

Name : Variante\_13\_Modul\_4\_5

Geändert von: tirochm.tmb18 am: 14.01.2020 um: 19:14:15

## Berechnung eines schrägverzahnten Stirnradpaares

Zeichnungs- oder Artikelnummer:

Rad 1: 0.000.0

Rad 2: 0.000.0

Rechenmethode DIN 3990:1987 Methode B

Berechnung mit Herstellprofilverschiebung!

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

Leistung (kW)	[P]	55.234	
Drehzahl (1/min)	[n]	300.0	48.8
Drehmoment (Nm)	[T]	1758.1	10800.0
Anwendungsfaktor	[KA]	2.00	
Geforderte Lebensdauer (h)	[H]	20000.00	
Rad treibend (+) / getrieben (-)		+	-
Arbeitsflanke Rad 1:	Rechte Flanke		
Drehrichtung Rad 1:	im Uhrzeigersinn		

## Zahngometrie und Werkstoff

Geometrieberechnung nach

ISO 21771:2007, DIN ISO 21771

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

Achsabstand (mm)	[a]	350.000	
Achsabstandstoleranz	ISO 286:2010 Abmass js7		
Normalmodul (mm)	[mn]	4.5000	
Normaleingriffswinkel (°)	[αn]	20.0000	
Schrägungswinkel am Teilkreis (°)	[β]	13.0000	
Zähnezahl	[z]	21	129
Zahnbreite (mm)	[b]	77.00	75.00
Schrägungsrichtung		rechts	links
Verzahnungsqualität	[Q-DIN 3961:1978]	6	6
Innendurchmesser (mm)	[di]	0.00	216.00
Innendurchmesser der Bandage (mm)	[dbi]	0.00	0.00

Werkstoff

Rad 1 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet  
ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte >=30HRC

Rad 2 18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet  
ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte >=30HRC

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

Oberflächen-Härte		HRC 61	HRC 61
Dauerfestigk. Zahnfußspannung (N/mm²)	[σFlim]	500.00	500.00
Dauerfestig. Hertzsche Pressung (N/mm²)	[σHlim]	1500.00	1500.00
Bruchfestigkeit (N/mm²)	[σB]	1200.00	1200.00
Streckgrenze (N/mm²)	[σS]	850.00	850.00
Elastizitätsmodul (N/mm²)	[E]	206000	206000
Poissonzahl	[ν]	0.300	0.300

Mittenrauhwert Ra, Flanke (µm)	[RAH]	0.80	0.80
Mittenrauhwert Ra, Fuss (µm)	[RAF]	3.20	3.20
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Flanke (µm)	[RZH]	4.00	4.00
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Fuss (µm)	[RZF]	16.00	16.00

Bezugsprofil von Rad 1 :

Bezugsprofil	1.25 / 0.25 / 1.0 DIN 867:1986		
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250	
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.250	(pfPmax*= 0.472 )
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000	
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000	
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000	
Protuberanzwinkel	[qprP]	0.000	
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000	
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000	
	nicht überschneidend		

Bezugsprofil von Rad 2 :

Bezugsprofil	1.25 / 0.25 / 1.0 DIN 867:1986		
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250	
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.250	(pfPmax*= 0.472 )
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000	
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000	
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000	
Protuberanzwinkel	[qprP]	0.000	
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000	
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000	
	nicht überschneidend		

Zusammenfassung Bezugsprofil der Zahnräder:

Fusshöhe Bezugsprofil	[hfP*]	1.250	1.250
Fussradius Bezugsprofil	[pfP*]	0.250	0.250
Kopfhöhe Bezugsprofil	[haP*]	1.000	1.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000	0.000
Protuberanzwinkel (°)	[qprP]	0.000	0.000
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000	0.000
Kantenbrechflankenwinkel (°)	[αKP]	0.000	0.000

Art der Profilkorrektur:

Kopfrücknahme, durch Einlaufen (µm)	[Ca L/R]	2.0 / 2.0	2.0 / 2.0
-------------------------------------	----------	-----------	-----------

Schmierungsart

Ölsorte

Schmierstoff-Basis

Kinematische Nennviskosität Öl bei 40°C (mm²/s)

Kinematische Nennviskosität Öl bei 100°C (mm²/s)

Spezifische Dichte bei 15°C (kg/dm³)

Öltemperatur (°C)

Öl-Tauchschmierung

Öl: ISO-VG 220

Mineralöl-Basis

[v40] 220.00

[v100] 17.50

[ρ] 0.895

[TS] 90.000

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

Gesamtübersetzung	[itot]	-6.143
Zähnezahlverhältnis	[u]	6.143
Stirnmodul (mm)	[mt]	4.618
Stirneingriffswinkel (°)	[αt]	20.483
Betriebseingriffswinkel (°)	[αwt]	22.016
	[αwt.e/i]	22.027 / 22.004
Betriebseingriffswinkel im Normalschnitt (°)	[αwn]	21.493
Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)	[βw]	13.131

Grundschrägungswinkel (°)	[βb]	12.204	
Nullachsabstand (mm)	[ad]	346.378	
Profilverschiebungsfaktorsumme, spielfrei	[Σxi]	0.8341	
Profilverschiebungsfaktor, effektiv	[x]	0.3642	0.4699
Zahndicke, Bogen, in Modul, Modul	[sn*]	1.8359	1.9129
Kopfhöhenänderung (mm)	[k*mn]	-0.033	-0.519
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]	96.986	595.770
Grundkreisdurchmesser (mm)	[db]	90.854	558.103
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	109.198	607.960
(mm)	[da.e/i]	109.400 / 109.000	
(mm)	[da.e/i]	607.882 / 607.282	
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.202 / -0.198	
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	-0.078 / -0.678	
Kopfformkreisdurchmesser (mm)	[dFa]	109.198	607.960
(mm)	[dFa.e/i]	109.400 / 109.000	
(mm)	[dFa.e/i]	607.882 / 607.282	
Kopfnutkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	109.198	607.960
	[dNa.e/i]	109.400 / 109.000	
	[dNa.e/i]	607.882 / 607.282	
Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	98.000	602.000
(mm)	[dw.e/i]	98.008 / 97.992	
(mm)	[dw.e/i]	602.049 / 601.951	
Fusskreisdurchmesser (mm)	[df]	89.013	588.749
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]	0.3520/ 0.3337	
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]	0.4394/ 0.3997	
Fusskreisabmasse (mm)	[Adf.e/i]	0.000 / 0.000	
Fusskreisabmasse (mm)	[Adf.e/i]	-0.275 / -0.632	
Effektive Fusskreisdurchmesser (mm)	[df.e/i]	89.013 / 89.013	
Effektive Fusskreisdurchmesser (mm)	[df.e/i]	588.474 / 588.117	
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	1.026	1.513
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	1.470 / 1.034	
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	1.881 / 1.524	
Fussnutkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	93.314	593.474
(mm)	[dNf.e/i]	93.758 / 93.325	
(mm)	[dNf.e/i]	593.648 / 593.299	
Fussformkreisdurchmesser (mm)	[dFf]	92.148	590.416
(mm)	[dFf.e/i]	92.148 / 92.148	
(mm)	[dFf.e/i]	590.160 / 589.829	
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.805 / 0.589	
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	1.909 / 1.570	
Evolventenlänge (mm)	[l_dFa-l_dFf]	9.447	9.418
Kopfhöhe, $m_n(h_{aP}+x+k)$ (mm)	[ha]	6.106	6.095
(mm)	[ha.e/i]	6.207 / 6.007	
(mm)	[ha.e/i]	6.056 / 5.756	
Fusshöhe (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	3.986	3.510
(mm)	[hf.e/i]	3.986 / 3.986	
(mm)	[hf.e/i]	3.648 / 3.826	
Wälzwinkel zu dFa (°)	[χ_dFa.e/i]	38.432 / 37.977	
Wälzwinkel zu dFa (°)	[χ_dFa.e/i]	24.733 / 24.577	
Wälzwinkel zu dNa (°)	[χ_dNa.e/i]	38.432 / 37.977	
Wälzwinkel zu dNa (°)	[χ_dNa.e/i]	24.733 / 24.577	
Wälzwinkel zu dNf (°)	[χ_dNf.e/i]	14.602 / 13.453	
Wälzwinkel zu dNf (°)	[χ_dNf.e/i]	20.772 / 20.667	
Wälzwinkel zu dFf (°)	[χ_dFf.e/i]	9.703 / 9.703	
Wälzwinkel zu dFf (°)	[χ_dFf.e/i]	19.697 / 19.592	
Zahnhöhe (mm)	[h]	10.092	9.606
Ersatz-Zähnezahl	[zn]	22.560	138.586
Normalzahndicke am Kopfkreis (mm)	[san]	2.619	3.941

	(mm)	[san.e/i]	2.697 / 2.380
	(mm)	[san.e/i]	4.119 / 3.739
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)		[sFan]	2.619 3.941
	(mm)	[sFan.e/i]	2.697 / 2.380
	(mm)	[sFan.e/i]	4.119 / 3.739
Normal-Lückenweite am Fusskreis (mm)		[efn]	0.000 3.052
	(mm)	[efn.e/i]	0.000 / 0.000
	(mm)	[efn.e/i]	3.060 / 3.070
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)		[vga]	0.435 0.282
Spezifisches Gleiten am Kopf		[ζa]	0.458 0.458
Spezifisches Gleiten am Fuss		[ζf]	-0.844 -0.844
Mittleres spezifisches Gleiten		[ζm]	0.458
Gleitfaktor am Kopf		[Kga]	0.283 0.183
Gleitfaktor am Fuss		[Kgf]	-0.183 -0.283
Teilkreisteilung (mm)		[pt]	14.509
Grundkreisteilung (mm)		[pbt]	13.592
Stirneingriffsteilung (mm)		[pet]	13.592
Steigungshöhe (mm)		[pz]	1319.756 8107.073
Axiale Teilung (mm)		[px]	62.846 62.846
Länge der Eingriffsstrecke (mm)		[ga, e/i]	19.646 ( 19.805 / 18.533 )
Länge T1-A (mm)		[T1A]	10.643 ( 10.666 / 11.577 )
Länge T2-A (mm)		[T2A]	120.558 ( 120.459 / 119.700 )
Länge T1-B (mm)		[T1B]	16.698 ( 16.879 / 16.519 )
Länge T2-B (mm)		[T2B]	114.503 ( 114.246 / 114.758 )
Länge T1-C (mm)		[T1C]	18.368 ( 18.357 / 18.379 )
Länge T2-C (mm)		[T2C]	112.833 ( 112.767 / 112.898 )
Länge T1-D (mm)		[T1D]	24.235 ( 24.258 / 25.169 )
Länge T2-D (mm)		[T2D]	106.966 ( 106.867 / 106.108 )
Länge T1-E (mm)		[T1E]	30.289 ( 30.471 / 30.110 )
Länge T2-E (mm)		[T2E]	100.912 ( 100.654 / 101.167 )
Länge T1-T2 (mm)		[T1T2]	131.201 ( 131.125 / 131.277 )
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)		[d-B]	96.797 ( 96.923 / 96.674 )
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)		[d-B]	603.260 ( 603.065 / 603.454 )
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)		[d-D]	102.975 ( 102.996 / 103.867 )
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)		[d-D]	597.700 ( 597.630 / 597.088 )
Kopfüberdeckung		[ε]	0.877 ( 0.891 / 0.863 )
Kopfüberdeckung		[ε]	0.568 ( 0.566 / 0.500 )
Minimale Berührlinienlänge (mm)		[Lmin]	105.375
Profilüberdeckung		[εα]	1.445
Profilüberdeckung mit Abmassen		[εα.e/m/i]	1.457 / 1.410 / 1.364
Sprungüberdeckung		[εβ]	1.193
Gesamtüberdeckung		[εγ]	2.639
Gesamtüberdeckung mit Abmassen		[εγ.e/m/i]	2.651 / 2.604 / 2.557

## Allgemeine Einflussfaktoren

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Nennumfangskraft im Teilkreis (N)	[Ft]	36255.6
Axialkraft (N)	[Fa]	8370.3
Radialkraft (N)	[Fr]	13543.1
Normalkraft (N)	[Fnorm]	39597.3
Nennumfangskraft pro mm (N/mm)	[w]	483.41
Nur zur Information: Kräfte im Wälzkreis:		
Nennumfangskraft (N)	[Ftw]	35880.4
Axialkraft (N)	[Faw]	8370.3
Radialkraft (N)	[Frw]	14508.0
Umfangsgeschwindigkeit Teilkreis (m/s)	[v]	1.52

Umfangsgeschwindigkeit Wälzkreis (m/s)	[v(dw)]	1.54	
Einlaufbetrag ( $\mu\text{m}$ )	[yp]	0.8	
Einlaufbetrag ( $\mu\text{m}$ )	[yf]	0.8	
Korrekturfaktor	[CM]	0.800	
Radkörperfaktor	[CR, bs/b, sr/mn]	1.000	( 0.400 ,41.346 )
Bezugsprofilfaktor	[CBS]	0.975	
Materialfaktor	[E/Est]	1.000	
Einzelfedersteifigkeit (N/mm/ $\mu\text{m}$ )	[c']	14.853	
Eingriffsfedersteifigkeit (N/mm/ $\mu\text{m}$ )	[cy]	19.815	
Reduzierte Masse (kg/mm)	[mRed]	0.03493	
Resonanzdrehzahl (min <sup>-1</sup> )	[nE1]	10831	
Einlaufbetrag ( $\mu\text{m}$ )	[y $\alpha$ ]	0.8	
Faktor Kv eingegeben:			
Dynamikfaktor	[Kv]	1.000	
Faktor KH $\beta$ eingegeben:			
Breitenfaktoren - Flanke	[KH $\beta$ ]	1.100	
- Zahnfuss	[KF $\beta$ ]	1.087	
- Fressen	[KB $\beta$ ]	1.100	
Stirnfaktoren - Flanke			
- Zahnfuss	[KH $\alpha$ ]	1.000	
- Fressen	[KF $\alpha$ ]	1.000	
	[KB $\alpha$ ]	1.000	
Lastwechselzahl (in Mio.)	[NL]	360.000	58.605

## Zahnfuss-Tragfähigkeit

Rechnung der Zahnformfaktoren nach Methode: B

		----- Rad 1 -----	Rad 2 --
Berechnet mit Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e]	0.3520	0.4394
Zahnformfaktor	[YF]	1.39	1.30
Spannungskorrekturfaktor	[YS]	2.29	2.65
Kraftangriffswinkel (°)	[ $\alpha_{Fen}$ ]	23.54	21.15
Biegehebelarm (mm)	[hF]	4.93	5.49
Zahnfussdicke (mm)	[sFn]	9.67	10.62
Zahnfussradius (mm)	[ $\rho_F$ ]	1.63	1.26
Biegehebelarm (-)	[hF/mn]	1.096	1.220
Zahnfussdicke (-)	[sFn/mn]	2.149	2.361
Zahnfussradius (-)	[ $\rho_F$ /mn]	0.363	0.280
Kraftangriffsdurchmesser (mm)	[d <sub>en</sub> ]	106.926	630.663
Berechnungsquerschnitt-Durchmesser (mm)	[d <sub>sFn</sub> ]	90.180	589.620
Tangente am Berechnungsquerschnitt (°)	[ $\alpha_{sFn}$ ]	30.000	30.000
Kerbparameter	[q <sub>s</sub> ]	2.961	4.218
Überdeckungsfaktor	[Y $\epsilon$ ]	1.000	
Schrägenfaktor	[Y $\beta$ ]	0.892	
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	77.00	75.00
Zahnfuss-Nennspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[ $\sigma_F0$ ]	297.30	330.29
Zahnfussspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[ $\sigma_F$ ]	646.06	717.76
Zulässige Zahnfussspannung von Prüf-Zahnrad			
Stützziffer	[YdreIT]	1.004	1.014
Oberflächenfaktor	[YRrelT]	0.972	0.972
Grössenfaktor, Zahnfuss	[YX]	1.000	1.000
Zeitfestigkeitsfaktor	[YNT]	1.000	1.000

$Y_C * Y_{dreIT} * Y_{RreIT} * Y_X * Y_{NT}$		0.976	0.986
Wechselbiegungsfaktor, Mittelspannungseinflussfaktor	[YM]	0.850	0.850
Spannungskorrekturfaktor	[Yst]	2.00	
$Y_{st} * \sigma_{Flim} (N/mm^2)$	[σFE]	1000.00	1000.00
Zulässige Zahnfußspannung $\sigma_{FG}/SF_{min} (N/mm^2)$	[σFP]	754.04	761.68
Zahnfuß-Grenzfestigkeit $(N/mm^2)$	[σFG]	829.44	837.85
Sollsicherheit	[SFmin]	1.10	1.10
Sicherheitsfaktor für Zahnfußspannung	[SF=σFG/σF]	1.28	1.17
Übertragbare Leistung (kW)	[kWRating]	64.47	58.61

## Flankensicherheit

		----- Rad 1 -----	Rad 2 --
Zonenfaktor	[ZH]	2.347	
Elastizitätsfaktor ( $\sqrt{N/mm^2}$ )	[ZE]	189.812	
Überdeckungsfaktor	[Zε]	0.832	
Schrägenfaktor	[Zβ]	0.987	
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	75.00	
Nominelle Flankenpressung $(N/mm^2)$	[σH0]	880.60	
Flankenpressung am Wälzkreis $(N/mm^2)$	[σHw]	1306.14	
Einzeleingriffs-Faktor	[ZB,ZD]	1.00	1.00
Flankenpressung $(N/mm^2)$	[σHB, σHD]	1306.14	1306.14
Schmierstoff-Faktor, bei NL	[ZL]	0.918	0.918
berechnet mit Schmierstoff-Temperatur			
90 °C			
Geschwindigkeitsfaktor bei NL	[ZV]	0.960	0.960
Rauhigkeitsfaktor bei NL	[ZR]	1.010	1.010
Werkstoffpaarungsfaktor bei NL	[ZW]	1.000	1.000
Zeitfestigkeitsfaktor	[ZNT]	1.000	1.000
	[ZL * ZV * ZR * ZNT]	0.890	0.890
Eine gewisse Grübchenbildung zulässig:	nein		
Grössenfaktor, Flanke	[ZX]	1.000	1.000
Zulässige Flankenpressung, $\sigma_{HG}/SH_{min} (N/mm^2)$	[σHP]	1335.17	1335.17
Grübchen-Grenzfestigkeit $(N/mm^2)$	[σHG]	1335.17	1335.17
Sollsicherheit	[SHmin]	1.00	1.00
Sicherheit für Flankenpressung Wälzkreis	[SHw]	1.02	1.02
Sicherheit für Pressung, $\sigma_{HG}/\sigma_{HBD}$ Einzeleingriff	[SHBD]	1.02	1.02
Sicherheit bezüglich übertragbares Drehmoment	[(SHBD)^2]	1.04	1.04
Übertragbare Leistung (kW)	[kWRating]	57.72	57.72

## Micropitting (Graufleckigkeit) nach

ISO/TS 6336-22-1:2018

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

## Fresstragfähigkeit

Rechenmethode nach	DIN 3990:1987		
Schrägungsfaktor Fressen	[KBy]	1.246	
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]	48.79	
Ca als optimal angenommen in der Rechnung, 0=nein, 1=ja		0	0
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	75.000	
Massgebende Umfangskraft/Zahnbreite (N/mm)	[wBt]	1324.730	
Winkelfaktor	[Xαβ]	1.002	
ε1: 0.877, ε2: 0.568			
Blitztemperatur-Kriterium			
Massentemperatur (°C)	[θMB]	90.00	
θM eingegeben			
Fresstemperatur (°C)	[θS]	408.58	
Koordinate Γ Ort der höchsten Temperatur	[Γ]	0.319	
[Γ.A]= -0.421 [Γ.E]= 0.649			
Höchste Kontakttemp. (°C)	[θB]	154.47	
Blitzfaktor (°K*N <sup>-0.75</sup> *s <sup>0.5</sup> *m <sup>-0.5</sup> *mm)	[XM]	50.058	
Geometriefaktor	[XB]	0.143	
Kraftaufteilungsfaktor	[Xy]	1.000	
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηM]	19.98	( 90.0 °C)
Reibungszahl	[μm]	0.143	
Sollsicherheit	[SBmin]	2.000	
Sicherheitsfaktor für Fressen, Blitztemperatur	[SB]	4.941	
Integraltemperatur-Kriterium			
Massentemperatur (°C)	[θMC]	90.00	
θM eingegeben			
Fress-Integraltemperatur (°C)	[θSint]	408.58	
Blitzfaktor (°K*N <sup>-0.75</sup> *s <sup>0.5</sup> *m <sup>-0.5</sup> *mm)	[XM]	50.058	
Überdeckungsfaktor	[Xε]	0.263	
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηOil]	19.98	( 90.0 °C)
Gemittelte Reibungszahl	[μm]	0.156	
Geometriefaktor	[XBE]	0.266	
Eingriffsfaktor	[XQ]	1.000	
Kopfrücknahmefaktor	[XCa]	1.018	
Integral-Flankentemperatur (°C)	[θint]	140.63	
Sollsicherheit	[SSmin]	2.000	
Sicherheitsfaktor für Fressen (Int.-T.)	[SSint]	2.905	
Sicherh. f. übertragenes Moment (Int.-T.)	[SSL]	6.292	

## Prüfmass für die Zahndicke

		----- Rad 1 -----	Rad 2 --
Zahndickentoleranz		DIN 3967 e26	DIN 3967 e26
Zahndickenabmass im Normalschnitt (mm)	[As.e/i]	-0.040 /-0.100	-0.100 /-0.230
Messzähnezahl	[k]	4.000	17.000
Zahnweite spielfrei (mm)	[Wk]	49.042	229.398
Effektive Zahnweite (mm)	[Wk.e/i]	49.005 / 48.948	229.304 /229.182
(mm)	[ΔWk.e/i]	-0.038 / -0.094	-0.094 / -0.216
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMWk.m]	102.694	601.401
Theoretischer Messkörperdurchmesser (mm)	[DM]	8.437	7.698
Effektiver Messkörperdurchmesser (mm)	[DMeff]	9.000	8.000
Radiales Einkugelmass spielfrei (mm)	[MrK]	57.088	305.807
Radiales Einkugelmass (mm)	[MrK.e/i]	57.050 / 56.992	305.681 /305.516
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMMr.m]	100.914	600.274
Diametrales Zweikugelmass spielfrei (mm)	[MdK]	113.882	611.569

Diametrales Zweikugelmass (mm)	[MdK.e/i]	113.806 /113.691	611.316 /610.987
Diametrales Rollenmass spielfrei (mm)	[MdR]	114.176	611.614
Diametrales Rollenmass nach DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i]	114.099 /113.985	611.361 /611.032
Mass über 2 Rollen, free, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2f.e/i]	113.786 /113.672	611.314 /610.984
Mass über 2 Rollen, transverse, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2t.e/i]	114.382 /114.267	611.406 /611.076
Mass über 3 Rollen, axial, nach AGMA 2002 (mm)	[dk3A.e/i]	114.099 /113.985	611.361 /611.032
Zahndickensehne spielfrei (mm)	[sc]	8.253	8.608
Effektive Zahndickensehne (mm)	[sc.e/i]	8.214 / 8.155	8.508 / 8.379
Höhe über der Sehne ab da.m (mm)	[ha]	6.274	5.936
Zahndicke, Bogen (mm)	[sn]	8.262	8.608
(mm)	[sn.e/i]	8.222 / 8.162	8.508 / 8.378
Spielfreier Achsabstand (mm)	[aControl.e/i]	349.820 /349.575	
Spielfreier Achsabstand, Abmasse (mm)	[jta]	-0.180 / -0.425	
dNf.i mit aControl (mm)	[dNf0.i]	92.863	592.582
Reserve (dNf0.i-dFf.e)/2 (mm)	[cF0.i]	0.358	1.211
Kopfspiel (mm)	[c0.i(aControl)]	0.638	1.128
Achsabstandsabmass (mm)	[Aa.e/i]	0.029 / -0.029	
Verdrehflankenspiel aus Aa (mm)	[jtw_Aa.e/i]	0.023 / -0.023	
Radialspiel (mm)	[jrw.e/i]	0.453 / 0.151	
Verdrehflankenspiel (Stirnschnitt) (mm)	[jtw.e/i]	0.365 / 0.122	
Normalflankenspiel (mm)	[jln.e/i]	0.330 / 0.112	
Verdrehspielwinkel am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:			
Gesamter Verdrehspielwinkel (°)	[j.tSys]	0.4271/0.1428	

## Verzahnungstoleranzen

		----- Rad 1 -----	Rad 2 --
Nach DIN 3961:1978			
Verzahnungsqualität	[Q-DIN3961]	6	6
Profil-Formabweichung (µm)	[ff]	10.00	10.00
Profil-Winkelabweichung (µm)	[fHa]	7.00	7.00
Profil-Gesamtabweichung (µm)	[Ff]	13.00	13.00
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]	9.00	11.00
Teilungs-Einzelabweichung (µm)	[fp]	9.00	11.00
Teilungssprung (µm)	[fu]	11.00	13.00
Teilungs-Gesamtabweichung (µm)	[Fp]	29.00	45.00
Teilungsspannen-Abweichung über z/8 (µm)	[Fpz/8]	18.00	28.00
Rundlaufabweichung (µm)	[Fr]	22.00	32.00
Zahndicken-Schwankung (µm)	[Rs]	13.00	18.00
Einflanken-Wälzabweichung (µm)	[Fi']	34.00	46.00
Einflanken-Wälzsprung (µm)	[fi']	15.00	16.00
Zweiflanken-Wälzabweichung (µm)	[Fi'']	25.00	35.00
Zweiflanken-Wälzsprung (µm)	[fi'']	11.00	16.00
Achslagetoleranzen, Empfehlung nach ISO TR 10064-3:1996, Qualität 6			
Maximalwert für Achsschränkung (µm)	[fΣβ]	17.45	(Fβ= 17.00 )
Maximalwert für Achsneigung (µm)	[fΣδ]	34.91	

## 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

Masse (kg)	[m]	4.651	143.613
Gesamtmasse (kg)	[mGes]	148.264	
Trägheitsmoment, System bezogen auf den Antrieb:			
Berechnung ohne Berücksichtigung der exakten Zahnform			
Räder einzeln, (da+df)/2...di (kg*m²)	[J]	0.00571	7.26472
System (da+df)/2...di (kg*m²)	[J]	0.19823	
Verdrehsteifigkeit am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:			
Verdrehsteifigkeit (MNm/rad)	[cr]	3.035	
Verdrehung unter Nennndrehmoment (°)	[δcr]	0.033	
Mittlere Reibungszahl, nach Niemann	[μm]	0.099	
Verschleissgleiten nach Niemann	[ζw]	0.662	
Verlustfaktor	[HV]	0.115	
Zahnverlustleistung aus Zahnbelastung (kW)	[PVZ]	0.631	
Verzahnungswirkungsgrad (%)	[ηz]	98.858	
Schalldruckpegel, nach Masuda, ohne Kontaktanalyse	[dB(A)]	77.7	

## Lebensdauer, Schädigung

Sollsicherheit Zahnfuss	[SFmin]	1.10	
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] (20000.0 h)			
F1%	F2%	H1%	H2%
0.00	0.0000	0.0000	0.0000

## Berechnung der Faktoren für die Bestimmung der Zuverlässigkeit R(t) nach B.Bertsche mit Weibull-Verteilung; t in (h):

Zuverlässigkeit der Werkstoffdaten für sigFlim / sigHlim in %: 99.00 /99.00

$R(t) = 100 * \text{Exp}(-((t^{\text{fac}} - t_0)/(T - t_0))^b) \%$

Rad		fac	b	t0	T	R(H)%
1	Zahnfuss	18000	1.7	9.654e+29	1.484e+30	100.00
1	Zahnflanke	18000	1.3	9.014e+29	4.295e+30	100.00
2	Zahnfuss	2930	1.7	9.654e+29	1.484e+30	100.00
2	Zahnflanke	2930	1.3	9.014e+29	4.295e+30	100.00

Zuverlässigkeit der Konfiguration bei Soll-Lebensdauer (%) 100.00 (Bertsche)

## 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.  
Angabe 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

---

Ende Protokoll

Zeilen: 539

---