

Berechnung einer geradverzahnten Planetenstufe

V2

Geändert am
Geändert von

27.04.2024, 19:46:27
makramer

KISSsoft Academic License - Hochschule Ulm (261)
KISSsoft Release 2021 -SP5

Inhalt

1	Meldungen	3
2	Übersicht	3
3	Zahngeometrie und Werkstoff	4
3.1	Werkstoff	4
3.2	Bezugsprofile	5
3.3	Schmierung	5
3.4	Zahnradpaar 1	6
3.5	Zahnradpaar 2	6
3.6	Rad 1	7
3.7	Rad 2	8
3.8	Rad 3	8
3.9	Radspezifische Paardaten, Paar 1, Rad 1	9
3.10	Radspezifische Paardaten, Paar 1, Rad 2	9
3.11	Radspezifische Paardaten, Paar 2, Rad 2	10
3.12	Radspezifische Paardaten, Paar 2, Rad 3	10
4	Allgemeine Einflussfaktoren	11
5	Zahnfuß-Tragfähigkeit	11
6	Flankensicherheit	12
7	Durchbiegung	13
8	Prüfmasse für die Zahndicke	13
9	Verzahnungstoleranzen	14
10	Korrekturen und Bestimmung der Zahnform	14
10.1	Daten zur Zahnformberechnung	14
11	Ergänzende Daten	15
12	Lebensdauer, Schädigung	15
13	Bemerkungen	16

1 Meldungen

Es sind während der Berechnung Meldungen aufgetreten:

 **Unterschnitt Rad 1**
(Unterhalb der aktiven Flanke - Keine Verkleinerung der Profilüberdeckung)

 **Unterschnitt Rad 2**
Im Bereich der aktiven Flanke - Verkleinerung der Profilüberdeckung.
Hinweis: Profilverschiebung erhöhen auf mindestens 0.3566

 **Rad 1:**
Das spezifische Gleiten im Fuss ζ_f wird kleiner als -3.00.

 **Eingriffs-Störung!**
Hinweis: Die Länge der Evolvente von Rad 2 ist zu kurz.

Wegen des Unterschnitts der Zahnform besteht vermutlich kein Problem.
Kontrollieren Sie mit Abwälzen in der 2D-Darstellung.

 **Wahrscheinlich tritt ein Anstossen der Zahnköpfe auf!**
Faktor $K = 0.0000$ sollte grösser als 1 sein (DIN 3993-1:1981, Bild 17)!

Überprüfen Sie den minimalen Abstand der Zahnkopfkanten in der Grafik "Zahneingriff" bei maximaler Toleranzlage.

Falls Sie die Berechnung trotz des Geometriefehlers weiterführen möchten, aktivieren Sie in den Modulspezifischen Einstellungen die Option 'Bei Geometriefehlern weiterrechnen'.

 Gemäss DIN 3993 ist das Montieren der Zahnräder (Nominalbedingungen) in radialer Richtung nicht möglich.

 Rad 1: Daten für Flankenermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 2: Daten für Flankenermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 1: Daten für Zahnfussermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 2: Daten für Zahnfussermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 2: Daten für Flankenermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 3: Daten für Flankenermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 2: Daten für Zahnfussermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

 Rad 3: Daten für Zahnfussermüdung sind nur für trockene Werkstoffe vorhanden (nicht für konditionierte).

2 Übersicht

Rechenmethode	Kunststoff nach VDI 2736:2013 (YF Methode C)			
Zeichnungs- oder Artikelnummer:				
Rad 1:	0.000.0			
Rad 2:	0.000.0			
Rad 3:	0.000.0			
Anzahl Planeten	[p]	----- Sonne ----- Planeten ----- Hohlrad ---		
		1 3 1		
Leistung (W)	[P]	1.257		
Drehzahl (1/min)	[n]	200.0		0.0
Drehzahldifferenz für Planetenlagerberechnung (1/min)	[n2]	151.1		
Drehzahl Planetenträger (1/min)	[nSteg]	48.9		
Drehmoment (Nmm)	[T]	60.000	0.000	185.455
Drehmoment Planetenträger (Nmm)	[TSteg]	245.455		

Anwendungsfaktor	[KA]	1.00		
Aufteilungsfaktor	[Ky]	1.00		
Geforderte Lebensdauer (h)	[H]	1.00		
Rad treibend (+) / getrieben (-)		+	-/+	-
Arbeitsflanke Rad 1:	Rechte Flanke			
Drehrichtung Rad 1:	im Uhrzeigersinn			
Drehrichtung Planetenträger:			im Uhrzeigersinn	
Getriebe-Bauart:	Getriebe in teilweise geschlossenem Gehäuse			

3 Zahngeometrie und Werkstoff

Geometrieberechnung nach		ISO 21771:2007, DIN ISO 21771:2014			
		----- Rad 1 -----	Rad 2 -----	Rad 3 ---	
Achsabstand (mm)	[a]	11.250			
Achsabstandstoleranz	ISO 286:2010 Abmass js8				
Normalmodul (mm)	[mn]	1.0000			
Normaleingriffswinkel (°)	[αn]	20.0000			
Schrägungswinkel am Teilkreis (°)	[β]	0.0000			
Zähnezahl	[z]	11	11	-34	
Zahnbreite (mm)	[b]	10.00	10.00	12.00	
Schrägungsrichtung		Geradverzahnt			
Planetenachsen können in regelmässiger Teilung angeordnet werden: 120°					
Verzahnungsqualität	[Q-DIN ISO 1328:2013]	A6	A6	A6	
Innendurchmesser (mm)	[di]	0.00	0.00		
Aussendurchmesser (mm)	[di]			0.00	
Innendurchmesser der Bandage (mm)	[dbi]	0.00	0.00		
Aussendurchmesser der Bandage (mm)	[dbi]			0.00	

3.1 Werkstoff

Rad 1
PA66 (VDI2736), Thermoplast PA, unbehandelt
VDI2736/VDI2545 [S B F Wd C]
Woehlerlinie Zahnfußsspannung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT
Wöhlerlinie Hertzsche Pressung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT

Rad 2
PA66 (VDI2736), Thermoplast PA, unbehandelt
VDI2736/VDI2545 [S B F Wd C]
Woehlerlinie Zahnfußsspannung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT
Wöhlerlinie Hertzsche Pressung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT

Rad 3
PA66 (VDI2736), Thermoplast PA, unbehandelt
VDI2736/VDI2545 [S B F Wd C]
Woehlerlinie Zahnfußsspannung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT
Wöhlerlinie Hertzsche Pressung aus Datei Z014-PA66_VDI2736.DAT

		----- Rad 1 -----	Rad 2 -----	Rad 3 ---
Zahnfuß-Temperatur (°C)	[TR]	70.0	70.0	70.0
Flankentemperatur (°C)	[TF]	70.0	70.0	70.0
Zahnfuß-Festigkeit bei NL (N/mm²)	[σFlimN]	44.50	44.50	44.50
Festigkeit Hertzsche Pressung bei NL (N/mm²)	[σHlimN]	95.00	95.00	95.00
Bruchfestigkeit (N/mm²)	[σB]	19.22	19.22	19.22
Streckgrenze (N/mm²)	[σS]	17.33	17.33	17.33
Elastizitätsmodul (N/mm²)	[E]	560	560	560

Poissonzahl	[v]	0.400	0.400	0.400
Mittenrauhwert Ra, Flanke (µm)	[RAH]	0.00	0.00	0.00
Mittenrauhwert Ra, Fuss (µm)	[RAF]	0.00	0.00	0.00
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Flanke (µm)	[RZH]	0.00	0.00	0.00
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Fuss (µm)	[RZF]	0.00	0.00	0.00

3.2 Bezugsprofile

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	[αprP]	0.000		
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000		
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	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	[αprP]	0.000		
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000		
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000		
	nicht überschneidend			

Bezugsprofil von Rad 3:

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	[αprP]	0.000		
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000		
Kantenbrechflankenwinkel	[αKP]	0.000		
	nicht überschneidend			

3.2.1 Angaben für die Fertigbearbeitung

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

Art der Profilkorrektur:

keine (nur Einlaufbetrag)

Kopfrücknahme (µm)	[Ca L/R]	19.4 /19.4	19.4 /19.4	19.4 /19.4
--------------------	----------	------------	------------	------------

3.3 Schmierung

Schmierungsart	Fettschmierung
Fettsorte	MICROLUBE GB 0
Schmierstoff-Basis	Mineralöl-Basis

Kinematische Nennviskosität Grund-Öl bei 40°C (mm²/s)	[v40]	590.00
Kinematische Nennviskosität Grund-Öl bei 100°C (mm²/s)	[v100]	31.50
FZG-Test A/8.3/90 Stufe	[FZGtestA]	0
Spezifische Dichte bei 15°C (kg/dm³)	[ρ]	0.900

3.4 Zahnradpaar 1

Gesamtübersetzung	[itot]	4.091
Zähnezahlverhältnis	[u]	1.000
Stimmodul (mm)	[mt]	1.000
Stimeingriffswinkel (°)	[αt]	20.000
Betriebseingriffswinkel (°)	[αwt]	23.247
	[αwt.e/i]	23.407 / 23.086
Betriebseingriffswinkel im Normalschnitt (°)	[αwn]	23.247
Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)	[βw]	0.000
Grundschrägungswinkel (°)	[βb]	0.000
Nullachsabstand (mm)	[ad]	11.000
Teilkreisteilung (mm)	[pt]	3.142
Grundkreisteilung (mm)	[pbt]	2.952
Stimeingriffsteilung (mm)	[pet]	2.952
Profilverschiebungsfaktorsumme	[Σxi]	0.2699
Profilüberdeckung	[εα]	1.064
Profilüberdeckung mit Abmassen	[εα.e/m/i]	1.076 / 1.059 / 1.043
Sprungüberdeckung	[εβ]	0.000
Gesamtüberdeckung	[εγ]	1.064
Gesamtüberdeckung mit Abmassen	[εγ.e/m/i]	1.076 / 1.059 / 1.043
Länge der Eingriffsstrecke (mm)	[ga, e/i]	3.143 (3.177 / 3.078)
Länge T1-A (mm)	[T1A]	0.691 (0.657 / 0.741)
Länge T1-B (mm)	[T1B]	0.882 (0.882 / 0.866)
Länge T1-C (mm)	[T1C]	2.220 (2.203 / 2.237)
Länge T1-D (mm)	[T1D]	3.643 (3.609 / 3.693)
Länge T1-E (mm)	[T1E]	3.834 (3.834 / 3.819)
Länge T2-A (mm)	[T2A]	3.749 (3.749 / 3.734)
Länge T2-B (mm)	[T2B]	3.559 (3.524 / 3.608)
Länge T2-C (mm)	[T2C]	2.220 (2.203 / 2.237)
Länge T2-D (mm)	[T2D]	0.797 (0.797 / 0.782)
Länge T2-E (mm)	[T2E]	0.607 (0.572 / 0.656)
Länge T1-T2 (mm)	[T1T2]	4.440 (4.406 / 4.474)
Minimale Berührlinienlänge (mm)	[Lmin]	10.000

3.5 Zahnradpaar 2

Gesamtübersetzung	[itot]	4.091
Zähnezahlverhältnis	[u]	-3.091
Stimmodul (mm)	[mt]	1.000
Stimeingriffswinkel (°)	[αt]	20.000
Betriebseingriffswinkel (°)	[αwt]	16.142
	[αwt.e/i]	15.903 / 16.378
Betriebseingriffswinkel im Normalschnitt (°)	[αwn]	16.142
Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)	[βw]	0.000
Grundschrägungswinkel (°)	[βb]	0.000

Nullachsabstand (mm)	[ad]	11.500
Teilkreisteilung (mm)	[pt]	3.142
Grundkreisteilung (mm)	[pbt]	2.952
Stimeingriffsteilung (mm)	[pet]	2.952
Profilverschiebungsfaktorsumme	[Σxi]	0.2277
Profilüberdeckung	[εα]	1.171
Profilüberdeckung mit Abmassen	[εα.e/m/i]	1.135 / 1.100 / 1.065
Sprungüberdeckung	[εβ]	0.000
Gesamtüberdeckung	[εγ]	1.171
Gesamtüberdeckung mit Abmassen	[εγ.e/m/i]	1.135 / 1.100 / 1.065
Länge der Eingriffsstrecke (mm)	[ga, e/i]	3.456 (3.352 / 3.144)
Länge T1-A (mm)	[T1A]	0.293 (0.397 / 0.590)
Länge T1-B (mm)	[T1B]	0.797 (0.797 / 0.782)
Länge T1-C (mm)	[T1C]	1.496 (1.519 / 1.472)
Länge T1-D (mm)	[T1D]	3.245 (3.349 / 3.542)
Länge T1-E (mm)	[T1E]	3.749 (3.749 / 3.734)
Länge T2-A (mm)	[T2A]	3.421 (3.573 / 3.669)
Länge T2-B (mm)	[T2B]	3.925 (3.973 / 3.861)
Länge T2-C (mm)	[T2C]	4.624 (4.695 / 4.551)
Länge T2-D (mm)	[T2D]	6.373 (6.525 / 6.621)
Länge T2-E (mm)	[T2E]	6.877 (6.925 / 6.813)
Länge T1-T2 (mm)	[T1T2]	3.128 (3.176 / 3.079)
Minimale Berührlinienlänge (mm)	[Lmin]	10.000

3.6 Rad 1

Profilverschiebungsfaktor	[x]	0.1350
Zahndicke, Bogen, in Modul	[sn*]	1.6690
Kopfhöhenänderung (mm)	[k*mn]	-0.200
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]	11.000
Grundkreisdurchmesser (mm)	[db]	10.337
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	12.870
(mm)	[da.e/i]	12.870 / 12.852
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.000 / -0.018
Kopfformkreisdurchmesser (mm)	[dFa]	12.870
(mm)	[dFa.e/i]	12.870 / 12.852
Fusskreisdurchmesser (mm)	[df]	8.770
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]	0.0608 / -0.1178
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)	[df.e/i]	8.622 / 8.264
Fussformkreisdurchmesser (mm)	[dFf]	10.353
(mm)	[dFf.e/i]	10.400 / 10.365
Mit Berücksichtigung des Unterschnitts		
Evolventenlänge (mm)	[l_dFa-l_dFf]	1.414
Kopfhöhe, $m_h(h_{aP}^*+x+k)$ (mm)	[ha]	0.935
(mm)	[ha.e/i]	0.935 / 0.926
Fusshöhe (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	1.115
(mm)	[hf.e/i]	1.189 / 1.368
Zahnhöhe (mm)	[h]	2.050
Ersatz-Zähnezahl	[zn]	11.000
Normalzahndicke am Kopfkreis (mm)	[san]	0.812

	(mm)	[san.e/i]	0.761 /0.597
Normalzahndicke am Kopfformkreis	(mm)	[sFan]	0.812
	(mm)	[sFan.e/i]	0.761 /0.597
Normal-Lückenweite am Fusskreis	(mm)	[efn]	0.000
	(mm)	[efn.e/i]	0.000 /0.000

3.7 Rad 2

Profilverschiebungsfaktor		[x]	0.1350
Zahndicke, Bogen, in Modul		[sn*]	1.6690
Kopfhöhenänderung (mm)		[k*mn]	-0.100
Teilkreisdurchmesser (mm)		[d]	11.000
Grundkreisdurchmesser (mm)		[db]	10.337
Kopfkreisdurchmesser (mm)		[da]	13.070
	(mm)	[da.e/i]	13.070 /13.052
Kopfkreisabmasse (mm)		[Ada.e/i]	0.000 /-0.018
Kantenbruch 1 / Kopfrundung	im Stirnschnitt: 2, im Axialschnitt: 3, Im Normalschnitt: 4		1
Kopfantenbruch (mm)		[hK]	0.150
Kopfantenbruchwinkel (°)		[δhK]	45.000
Kopfformkreisdurchmesser (mm)		[dFa]	12.770
	(mm)	[dFa.e/i]	12.770 /12.752
Fusskreisdurchmesser (mm)		[df]	8.770
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor		[xE.e/i]	0.0457 /-0.1329
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)		[df.e/i]	8.591 /8.234
Fussformkreisdurchmesser (mm)		[dFf]	10.353
	(mm)	[dFf.e/i]	10.404 /10.367
Mit Berücksichtigung des Unterschnitts			
Evolventenlänge (mm)		[l_dFa-l_dFf]	1.352
Kopfhöhe, $m_n(h_{aP}^*+x+k)$ (mm)		[ha]	1.035
	(mm)	[ha.e/i]	1.035 /1.026
Fusshöhe (mm)		[hf=mn*(hfP*-x)]	1.115
	(mm)	[hf.e/i]	1.204 /1.383
Zahnhöhe (mm)		[h]	2.150
Ersatz-Zähnezahl		[zn]	11.000
Normalzahndicke am Kopfkreis	(mm)	[san]	0.672
	(mm)	[san.e/i]	0.608 /0.440
ohne Berücksichtigung Kopfkantenbruch / Kopfrundung			
Normalzahndicke am Kopfformkreis	(mm)	[sFan]	0.879
	(mm)	[sFan.e/i]	0.815 /0.652
Normal-Lückenweite am Fusskreis	(mm)	[efn]	0.000
	(mm)	[efn.e/i]	0.000 /0.000

3.8 Rad 3

Profilverschiebungsfaktor		[x]	0.0927
Zahndicke, Bogen, in Modul		[sn*]	1.6383
Kopfhöhenänderung (mm)		[k*mn]	0.000
Teilkreisdurchmesser (mm)		[d]	34.000
Grundkreisdurchmesser (mm)		[db]	31.950
Kopfkreisdurchmesser (mm)		[da]	31.815
	(mm)	[da.e/i]	31.815 /31.790
Kopfkreisabmasse (mm)		[Ada.e/i]	0.000 /-0.025
Kopfformkreisdurchmesser (mm)		[dFa]	31.950
	(mm)	[dFa.e/i]	31.950 /31.950
Fusskreisdurchmesser (mm)		[df]	36.315
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor		[xE.e/i]	0.0185 /-0.1601

Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)	[df.e/i]	36.820 /36.463
Fussformkreisdurchmesser (mm)	[dFf]	35.727
(mm)	[dFf.e/i]	36.384 /35.959
Bei Innenverzahnung: Berechnung dFf mit Stossrad (z0= 22 , x0=0.000)		
Evolventenlänge (mm)	[l_dFa-l_dFf]	2.000
Kopfhöhe, $m_n(h_{aP}^*+x+k)$ (mm)	[ha]	1.093
(mm)	[ha.e/i]	1.105 /1.093
Fusshöhe (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	1.157
(mm)	[hf.e/i]	1.231 /1.410
Zahnhöhe (mm)	[h]	2.250
Ersatz-Zähnezahl	[zn]	34.000
Normalzahndicke am Kopfkreis (mm)	[san]	0.000
(mm)	[san.e/i]	0.000 /0.000
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)	[sFan]	1.063
(mm)	[sFan.e/i]	1.013 /0.890
Normal-Lückenweite am Fusskreis (mm)	[efn]	0.515
(mm)	[efn.e/i]	0.494 /0.438

3.9 Radspezifische Paardaten, Paar 1, Rad 1

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	11.250
(mm)	[dw.e/i]	11.264 /11.236
Kopfnutkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	12.870
(mm)	[dNa.e/i]	12.870 /12.852
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.430
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.720 /0.506
Fussnutkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	10.429
(mm)	[dNf.e/i]	10.442 /10.420
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.039 /0.010
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.051
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.842
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-4.424
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.829
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.574
Gleitfaktor am Fuss	[Kgf]	-0.544
Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξFa.e/i]	42.501 /42.333
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξNa.e/i]	42.501 /42.333
Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξNf.e/i]	8.211 /7.282
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξFf.e/i]	6.366 /4.214
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	10.486 (10.486 / 10.481)
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	12.647 (12.607 / 12.704)
Kopfüberdeckung	[ε]	0.547 (0.552 / 0.536)

3.10 Radspezifische Paardaten, Paar 1, Rad 2

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	11.250
(mm)	[dw.e/i]	11.264 /11.236
Kopfnutkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	12.770
(mm)	[dNa.e/i]	12.770 /12.752
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.330
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.605 /0.391
Fussnutkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	10.408
(mm)	[dNf.e/i]	10.420 /10.400
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.026 /-0.002
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.048
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.816

Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-5.319
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.829
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.544
Gleitfaktor am Fuss	[Kgf]	-0.574
Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξFa.e/i]	41.563 /41.393
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξNa.e/i]	41.563 /41.393
Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξNf.e/i]	7.271 /6.345
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξFf.e/i]	6.539 /4.405
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	12.550 (12.511 / 12.606)
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	10.459 (10.459 / 10.454)
Kopfüberdeckung	[ε]	0.518 (0.524 / 0.507)

3.11 Radspezifische Paardaten, Paar 2, Rad 2

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	10.761
(mm)	[dw.e/i]	10.748 /10.774
Kopfnutzkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	12.770
(mm)	[dNa.e/i]	12.770 /12.752
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.372
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.648 /0.433
Fussnutzkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	10.353
(mm)	[dNf.e/i]	10.404 /10.367
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.018 /-0.018
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.024
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.407
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-2.778
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.521
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.283
Gleitfaktor am Fuss	[Kgf]	-0.151
Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξFa.e/i]	41.563 /41.393
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξNa.e/i]	41.563 /41.393
Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξNf.e/i]	6.539 /4.405
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξFf.e/i]	6.539 /4.405
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	10.459 (10.459 / 10.454)
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	12.205 (12.318 / 12.531)
Kopfüberdeckung	[ε]	0.763 (0.755 / 0.766)

3.12 Radspezifische Paardaten, Paar 2, Rad 3

Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	33.261
(mm)	[dw.e/i]	33.301 /33.221
Kopfnutzkreisdurchmesser (mm)	[dNa]	32.674
(mm)	[dNa.e/i]	32.825 /32.697
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.272
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	0.554 /0.336
Fussnutzkreisdurchmesser (mm)	[dNf]	34.784
(mm)	[dNf.e/i]	34.822 /34.734
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm)	[cF.e/i]	0.825 /0.568
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.009
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.735
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-0.685
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.521
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.151
Gleitfaktor am Fuss	[Kgf]	-0.283

Wälzwinkel zu dFa (°)	[ξFa.e/i]	0.000 / 0.000
Wälzwinkel zu dNa (°)	[ξNa.e/i]	12.468 / 13.506
Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξNf.e/i]	24.435 / 24.838
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξFf.e/i]	29.590 / 31.216
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	32.900 (32.923 / 32.869)
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	34.398 (34.512 / 34.585)
Kopfüberdeckung	[ε]	0.407 (0.380 / 0.299)

4 Allgemeine Einflussfaktoren

		----- Rad 1 -----	Rad 2 -----	Rad 3 ---
Nennumfangskraft im Teilkreis (N)	[Ft]		3.636	3.636
Axialkraft (N)	[Fa]	0.0	0.0	0.0
Axialkraft, gesamt (N)	[Fatot=Fa*3]	0.0		0.0
Radialkraft (N)	[Fr]	1.324		1.324
Normalkraft (N)	[Fnorm]	3.9	3.9	3.9
Nennumfangskraft pro mm (N/mm)	[w]		0.36	0.36
Nur zur Information: Kräfte im Wälzkreis:				
Nennumfangskraft (N)	[Ftw]		3.556	3.717
Axialkraft (N)	[Faw]	0.0		
Axialkraft (N)	[Faw]		0.0 / 0.0	
Axialkraft (N)	[Faw]			0.0
Axialkraft, gesamt (N)	[Fatot=Fa*3]	0.0		0.0
Radialkraft (N)	[Frw]		1.527	1.076
Umfangsgeschwindigkeit Teilkreis (m/s)	[v]		0.09	(Planet)
Radkörperfaktor	[CR]		1.000	1.000
Korrekturfaktor	[CM]		0.800	0.800
Bezugsprofilfaktor	[CBS]		0.975	0.975
Materialfaktor	[E/Est]		0.003	0.003
Einzelfedersteifigkeit (N/mm/μm)	[c']		0.027	0.036
Eingriffsfedersteifigkeit (N/mm/μm)	[cy]		0.028	0.041
Die Formel für c' und cy bei w*KA < 25 N/mm ist sehr ungenau! c' und cy werden mit w*KA = 25 N/mm berechnet.				
Dynamikfaktor	[Kv]		1.00	1.00
Breitenfaktoren - Flanke	[KHβ]		1.00	1.00
- Zahnfuss	[KFβ]		1.00	1.00
- Fressen	[KBβ]		1.00	1.00
Stirnfaktoren - Flanke	[KHα]		1.00	1.00
- Zahnfuss	[KFα]		1.00	1.00
- Fressen	[KBα]		1.00	1.00
Lastwechselzahl (in Mio.)	[NL]	0.0	0.0	0.0

5 Zahnfuss-Tragfähigkeit

Rechnung der Zahnformfaktoren nach Methode: C

		----- Rad 1 -----	Rad 2 -----	Rad 3 ---
Berechnet mit Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.m]	-0.0285	-0.0436	-0.0708
Zahnformfaktor	[YF]	3.69		
	[YF]		3.69 / 3.69	
	[YF]			1.64
Spannungskorrekturfaktor	[YS]	1.42		
	[YS]		1.42 / 1.42	
	[YS]			2.13

Biegehebelarm (mm)	[hF]	1.89		
(mm)	[hF]		1.84 / 1.84	
(mm)	[hF]			1.43
Kraftangriffswinkel (°)	[αFen]	33.57		
(°)	[αFen]		32.69 / 32.69	
(°)	[αFen]			20.00
Zahnfussdicke (mm)	[sFn]	1.65		
(mm)	[sFn]		1.64 / 1.64	
(mm)	[sFn]			2.29
Zahnfussradius (mm)	[ρF]	0.61		
(mm)	[ρF]		0.62 / 0.62	
(mm)	[ρF]			0.38
hF* = 1.887 / 1.837 / 1.837 / 1.432 sFn* = 1.650 / 1.637 / 1.637 / 2.287				
ρF* = 0.611 / 0.617 / 0.617 / 0.380 dsFn = 8.789 / 8.762 / 8.762 / 0.000 asFn = 30.0 / 30.0 / 30.0 / 60.0				
Überdeckungsfaktor	[Yε]	0.95	0.89	
Schrägenfaktor	[Yβ]	1.00	1.00	
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	10.00		
(mm)	[beff]		10.00 / 10.00	
(mm)	[beff]			12.00
Zahnfuss-Nennspannung (N/mm²)	[σF0]	1.82		
(N/mm²)	[σF0]		1.81 / 1.69	
(N/mm²)	[σF0]			0.95
Zahnfussspannung (N/mm²)	[σF]	1.82		
(N/mm²)	[σF]		1.81 / 1.69	
(N/mm²)	[σF]			0.95
Zulässige Zahnfussspannung aus Datentabellen				
Stützziffer	[YdrelT]	1.000		
Stützziffer	[YdrelT]		1.000 / 1.000	
Stützziffer	[YdrelT]			1.000
Oberflächenfaktor	[YRrelT]	1.000	1.000	1.000
Grössenfaktor, Zahnfuss	[YX]	1.000	1.000	1.000
Hinweis: Bei Verwendung von Wöhlerlinien aus Dateien werden die Faktoren YdrelT, YRrelT, YX gemäss den Knickpunkten NLstatic und NLendurance nach ISO interpoliert.				
Lebensdauerfaktor	[YNT]	1.000	1.000	1.000
Wechselbiegungsfaktor, Mittelspannungseinflussfaktor	[YM]	1.000	0.667	1.000
Spannungskorrekturfaktor	[YST]	2.00		
YST*σFlim (N/mm²)	[σFE]	89.00	89.00	89.00
Zulässige Zahnfussspannung (N/mm²)	[σFP=σFG/SFmin]	74.17		
Zulässige Zahnfussspannung (N/mm²)	[σFP=σFG/SFmin]		49.47 / 49.47	
Zulässige Zahnfussspannung (N/mm²)	[σFP=σFG/SFmin]			74.17
Zahnfuss-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σFG]	89.00		
Zahnfuss-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σFG]		59.36 / 59.36	
Zahnfuss-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σFG]			89.00
Sollsicherheit	[SFmin]	1.20	1.20	1.20
Sicherheitsfaktor für Zahnfussspannung	[SF=σFG/σF]	48.97		
	[SF=σFG/σF]		32.74 / 35.09	
	[SF=σFG/σF]			94.11
Übertragbare Leistung (W)	[WRating]	51.28		
(W)	[WRating]		34.29 / 36.75	
(W)	[WRating]			98.55

6 Flankensicherheit

		----- Rad 1 ----- Rad 2 ----- Rad 3 -----
Zonenfaktor	[ZH]	2.30 2.80
Elastizitätsfaktor ($\sqrt{N/mm^2}$)	[ZE]	10.30 10.30
Elastizitätsmodul Zahnflanke (N/mm²)	[E]	560 560 560

Überdeckungsfaktor	[Zε]	0.989	0.971	
Schrägenfaktor	[Zβ]	1.000	1.000	
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	10.00	10.00	
Nominelle Flankenpressung (N/mm²)	[σH0]	6.02	4.18	
Flankenpressung am Wälzkreis (N/mm²)	[σHw]	6.02	4.18	
Schmierstoff-Faktor, bei NL	[ZL]	1.000	1.000 / 1.000	1.000
Geschwindigkeitsfaktor bei NL	[ZV]	1.000	1.000 / 1.000	1.000
Rauhigkeitsfaktor bei NL	[ZR]	1.000	1.000 / 1.000	1.000
Werkstoffpaarungsfaktor bei NL	[ZW]	1.000	1.000 / 1.000	1.000
Hinweis: Bei Verwendung von Wöhlerlinien aus Dateien werden die Faktoren ZL, ZV, ZR, ZW gemäss den Knickpunkten NLstatic und NLendurance nach ISO interpoliert.				
Lebensdauerfaktor	[ZNT]	1.000	1.000	1.000
Eine gewisse Grübchenbildung zulässig:	nein			
Grössenfaktor, Flanke	[ZX]	1.000	1.000	1.000
Zulässige Flankenpressung, σHG/SHmin (N/mm²)	[σHP]	105.56	105.56 / 105.56	105.56
Grübchen-Grenzfestigkeit (N/mm²)	[σHG]	95.00	95.00 / 95.00	95.00
Sollsicherheit	[SHmin]	0.90	0.90	0.90
Sicherheit für Flankenpressung Wälzkreis	[SHw]	15.79	15.79 / 22.70	22.70
Übertragbare Leistung (W)	[WRating]	22.05	22.05 / 31.70	31.70

7 Durchbiegung

Für Kunststoffe:

Zahnverformung (µm)	[fa]	9.740	9.740	
Zulässige Zahnverformung (µm)	[fazul]	70.000	70.000	
Verformungs-Sicherheit	[Sδ]	7.187	7.187	

8 Prüfmasse für die Zahndicke

		Rad 1 DIN 3967 cd28	Rad 2 DIN 3967 c28	Rad 3 DIN 3967 cd28
Zahndickentoleranz				
Zahndickenabmass im Normalschnitt (mm)	[As.e/i]	-0.054 / -0.184	-0.065 / -0.195	-0.054 / -0.184
Messzähnezahl	[k]	2.000	2.000	4.000
(Bei Innenverzahnungen: k = Messlückenzahl)				
Zahnweite spielfrei (mm)	[Wk]	4.675	4.675	10.745
Zahnweite mit Abmass (mm)	[Wk.e/i]	4.624 / 4.502	4.613 / 4.491	10.796 / 10.918
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMWk.m]	11.299	11.295	33.744
Theoretischer Messkörperdurchmesser (mm)	[DM]	1.895	1.895	1.627
Effektiver Messkörperdurchmesser (mm)	[DMeff]	2.000	2.000	1.750
Radiales Einkugelmass spielfrei (mm)	[MrK]	7.173	7.173	15.546
Radiales Einkugelmass (mm)	[MrK.e/i]	7.126 / 7.009	7.116 / 6.999	15.869 / 15.650
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMMr.m]	11.218	11.204	33.797
Diametrales Zweikugelmass spielfrei (mm)	[MdK]	14.220	14.220	31.092
Diametrales Zweikugelmass (mm)	[MdK.e/i]	14.127 / 13.896	14.108 / 13.876	31.738 / 31.300
Diametrales Rollenmass nach DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i]	14.127 / 13.896	14.108 / 13.876	31.738 / 31.300
Dreirollenmass mit Abmass (mm)	[Md3R.e/i]	14.004 / 13.775	13.985 / 13.755	-0.000 / -0.000
Zahndicke, Sehne, im Teilkreis (mm)	[sc]	1.663	1.663	1.638
(mm)	[sc.e/i]	1.611 / 1.486	1.600 / 1.476	1.583 / 1.450
Höhe über der Sehne ab da.m (mm)	[ha]	0.994	1.094	1.079
Zahndicke, Bogen (mm)	[sn]	1.669	1.669	1.638
(mm)	[sn.e/i]	1.615 / 1.485	1.604 / 1.474	1.584 / 1.454
Spielfreier Achsabstand (mm)	[aControl.e/i]	11.103 / 10.719	11.434 / 11.771	

Spelfreier Achsabstand, Abmasse (mm)	[jta]	-0.147 /-0.531	0.184 /0.521
Kopfspiel (mm)	[c0.i(aControl)]	-0.011	-0.126 /0.262
Achsabstandsabmass (mm)	[Aa.e/i]	0.013 /-0.013	-0.013 /0.013
Verdrehflankenspiel aus Aa (mm)	[jtw_Aa.e/i]	0.012 /-0.012	0.008 /-0.008
Radialspiel (mm)	[jrw]	0.544 /0.134	0.534 /0.171
Verdrehflankenspiel, Stirnschnitt (mm)	[jtw]	0.399 /0.110	0.379 /0.109
Normalflankenspiel (mm)	[jnw]	0.365 /0.103	0.365 /0.103
Verdrehspielwinkel am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:			
Gesamter Verdrehspielwinkel (°)	[j.tSys]	7.8964/2.4793	

9 Verzahnungstoleranzen

		Rad 1	Rad 2	Rad 3
Nach DIN ISO 1328-1:2018, ISO 1328-2:1997				
Verzahnungsqualität	[Q]	A6	A6	A6
Teilungs-Einzelabweichung (µm)	[fptT]	7.50	7.50	7.50
Grundkreis-Teilungsabweichung (µm)	[fpbT]	7.05	7.05	7.05
Teilungsspannen-Abweichung über k/8 (µm)	[Fpk/8T]	0.00	0.00	15.00
Profil-Formabweichung (µm)	[ffαT]	8.00	8.00	8.00
Profil-Winkelabweichung (µm)	[fHαT]	6.00	6.00	6.50
Profil-Gesamtabweichung (µm)	[FαT]	10.00	10.00	10.00
Flankenlinien-Formabweichung (µm)	[ffβT]	8.00	8.00	8.50
Flankenlinien-Winkelabweichung (µm)	[fHβT]	7.50	7.50	8.00
Flankenlinien-Gesamtabweichung (µm)	[FβT]	11.00	11.00	11.00
Teilungs-Gesamtabweichung (µm)	[FpT]	21.00	21.00	23.00
Teilungssprung (µm)	[fuT]	11.00	11.00	11.00
Rundlaufabweichung (µm)	[FrT]	19.00	19.00	20.00
Einflanken-Wälzabweichung (µm)	[FisT]	28.00	28.00	30.00
Einflanken-Wälzsprung (µm)	[fisT]	7.50	7.50	7.50
Zweiflanken-Wälzabweichung (µm)	[FidT]	18.00	18.00	21.00
Zweiflanken-Wälzsprung (µm)	[fidT]	4.90	4.90	5.00
FidT (Fi"), fidT (fi") nach ISO 1328:1997 berechnet mit den geometrischen Mittelwerten für mn und d				

Nach ISO 1328-2:2020				
Verzahnungsqualität	[Q]	R36	R36	R37
Zweiflanken-Wälzabweichung (µm)	[FidT]	16.00	16.00	20.00
Zweiflanken-Wälzsprung (µm)	[fidT]	9.50	9.50	8.50

Achslagetoleranzen, Empfehlung nach ISO TR 10064-3:1996, Qualität 6				
Maximalwert für Achsschränkung (µm)	[fΣβ]	7.15	7.15	
Maximalwert für Achsneigung (µm)	[fΣδ]	14.30	14.30	

10 Korrekturen und Bestimmung der Zahnform

10.1 Daten zur Zahnformberechnung

Daten nicht vorhanden.

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

11 Ergänzende Daten

Rad 1

Zahnfuss-Temperatur (°C)	[TR]	70.0
Flankentemperatur (°C)	[TF]	70.0
Wärmeübergangsbeiwert Fuss	[KF]	0.0
Wärmeübergangsbeiwert Flanke	[KH]	0.0
Masse (g)	[m]	1.04

Rad 2

Zahnfuss-Temperatur (°C)	[TR]	70.0
Flankentemperatur (°C)	[TF]	70.0
Wärmeübergangsbeiwert Fuss	[KF]	0.0
Wärmeübergangsbeiwert Flanke	[KH]	0.0
Masse (g)	[m]	1.06

Rad 3

Zahnfuss-Temperatur (°C)	[TR]	70.0
Flankentemperatur (°C)	[TF]	70.0
Wärmeübergangsbeiwert Fuss	[KF]	0.0
Wärmeübergangsbeiwert Flanke	[KH]	0.0
Masse (g)	[m]	6.71

Paar 1

		rechte Flanke	beide	linke Flanke
Maximal möglicher Achsabstand (eps_a=1.0)	[aMAX]	11.326		11.431
Reibungszahl	[μm]	0.090		0.090
Verlustfaktor	[HV]	0.287		0.293
Faktor für Einschaltdauer	[KstEDf]		1.000	
Gehäuse-Oberfläche (m²)	[AG]		0.01132	
Zahnverlustleistung (W)	[PVZ]	0.008		0.008

Paar 2

		rechte Flanke	beide	linke Flanke
Maximal möglicher Achsabstand (eps_a=1.0)	[aMAX]	11.120		11.064
Reibungszahl	[μm]	0.090		0.090
Verlustfaktor	[HV]	0.112		0.122
Faktor für Einschaltdauer	[KstEDf]		1.000	
Gehäuse-Oberfläche (m²)	[AG]		0.01132	
Zahnverlustleistung (W)	[PVZ]	0.003		0.003

12 Lebensdauer, Schädigung

Sollsicherheit Zahnfuss	[SFmin]	1.20
Sollsicherheit Zahnflanke	[SHmin]	0.90
Geforderte Lebensdauer	[H]	1.00

Lebensdauer (berechnet mit Sollsicherheiten):

Lebensdauer System (h)	[Hatt]	>	1000000	
Lebensdauer Zahnfuss (h)	[HFatt]	1e+06	1e+06	1e+06
Lebensdauer Zahnflanke (h)	[HHatt]	1e+06	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, 1.0 h)

F1%	F2%	F3%	H1%	H2%	H3%
0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

13 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.

Ende Protokoll

Zeilen: 733