

KISSsoft AG - +41 55 254 20 50
 Uetzikon 4 - +41 55 254 20 51
 8634 Hombrechtikon - info@KISSsoft.AG
 Switzerland - www.KISSsoft.AG

KISSsoft Tutorial: Schneckengetriebe - Geometrieberechnung mit Globoidschneckenrad

1 Aufgabenstellung

1.1 Aufgabenstellung

Es soll ein Schneckengetriebe mit dem Achsabstand 100 mm berechnet werden. Die Zähnezah der Schnecke beträgt 2, die des Schneckenrades 41. Der Axial/Stirnmodul ist 4. Der Eingriffswinkel im Normalschnitt beträgt 20°. Die Verzahnungslänge der Schnecke beträgt 60 mm. Für das Schneckenrad ist eine sinnvolle Zahnbreite zu wählen. Die Achstoleranz ist js7. Das Zahndickenabmass der Schnecke im Normalschnitt hat eine Toleranz von 0 bis -0.04 mm. Die Zahndickenabmasse für das Schneckenrad sind -0.128 bis -0.168. Der Aussendurchmesser der Schnecke beträgt 44 -0.01 mm der Fusskreis ist 26.4 -0.110 mm. Das effektive Kopfspiel soll 0.8 mm betragen. Der Fussradiusfaktor beträgt 0.2. Der Radinnendurchmesser beträgt 134.4mm. Die Toleranz für den Aussendurchmesser des Schneckenrades ist von 0 bis -0.01 und für den Fusskreisdurchmesser - 0.360 bis -0.473. Die Schnecke ist in Verzahnungsqualität 6 nach DIN 3974 zu fertigen, die für das Schneckenrad beträgt die Qualität 7. Die Steigungsrichtung ist rechts. Die Flankenform der Schnecke ist ZI.

1.2 Antriebselemente Schneckengetriebe mit Globoidschneckenrad starten

Nach Installation und Freischaltung von KISSsoft als Test- oder lizenzierte Version wird Nach Installation und Freischaltung von KISSsoft als Test- oder lizenzierte Version wird KISSsoft wie folgt aufgerufen. Der Programmstart erfolgt über „Start/Programme/KISSsoft 08-2009/KISSsoft“. Es erscheint die folgende KISSsoft Benutzeroberfläche:

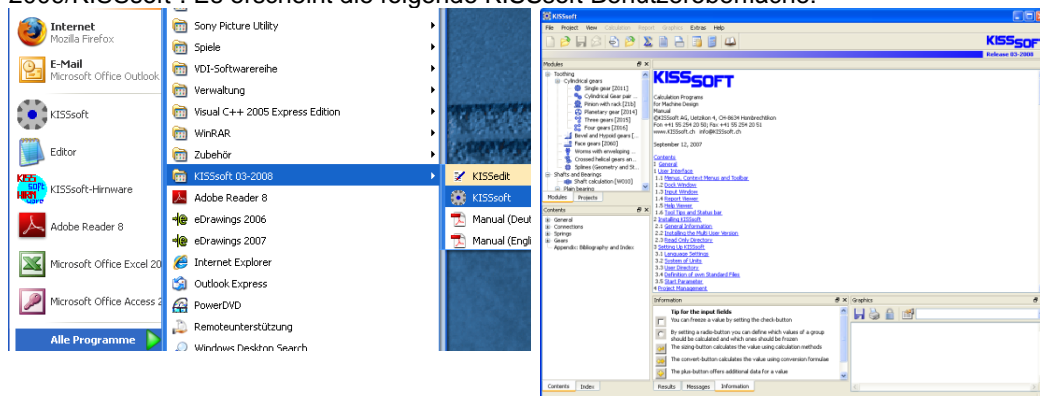


Abbildung 1.1 Starten von KISSsoft, Startfenster.

Über das Modulbaumfenster im Tab „**Module**“ wird die Berechnung „Schnecke mit Globoid-Schneckenrad“ aufgerufen:

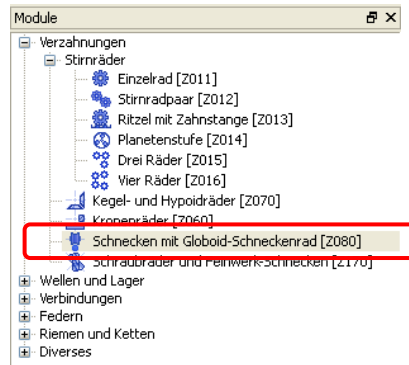



Abbildung 1.2 Aufruf der Schneckengetriebeberechnung.

1.3 Eingabedaten in der Hauptmaske

Nach dem Aufruf Schneckenberechnung mit Globoidschneckenrad erscheint die nachfolgende Eingabemaske. Für die Rechenmethode im Bereich: „Festigkeit“ ist „Nur Geometrie“ auszuwählen.

Basisdaten		Bezugsprofil		Toleranzen	
Geometrie					
Axial-/Stirnmodul	m_t	<input type="text" value="1.0000"/>	mm		
Eingriffswinkel im Normalschnitt	α_n	<input type="text" value="20.0000"/>	°		
Schnecke linkssteigend					
Steigungswinkel am Teilkreis	γ	<input type="text" value="0.0000"/>	°		
Achsabstand	a	<input type="text" value="0.0000"/>	mm		
Zähnezahl	z	<input type="text" value="0"/>		Schnecke	Rad
Zahnbreite	b/b_{2R}	<input type="text" value="0.0000"/>	mm	<input type="text" value="0.0000"/>	mm
Profilverschiebungsfaktor	x^*	<input type="text" value="0.0000"/>		<input type="text" value="0.0000"/>	
Qualität (DIN 3974)	Q	<input type="text" value="6"/>		<input type="text" value="7"/>	
Festigkeit					
Rechenmethode	<input type="text" value="Nur Geometrie"/>			Bezugsrad	<input type="text" value="Schnecke"/>
Geforderte Lebensdauer	H	<input type="text" value="20000.0000"/>	h	Leistung	P <input type="text" value="0.0000"/> kW
Anwendungsfaktor	K_A	<input type="text" value="1.2500"/>		Drehmoment	T <input type="text" value="0.0000"/> Nm
Zulässige Qualitätsverschlechterung	Q_v	<input type="text" value="8"/>		Drehzahl	n <input type="text" value="0.0000"/> 1/min
Werkstoffe und Schmierung					
Schnecke	<input type="text" value="18CrNiMo7-6, Einsatzstahl, einsatzgehärtet, ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernfestigkeit <math>\geq 25\text{HRC}</math> Jominy J=12mm <HRC28"/>				
Rad	<input type="text" value="CuSn12-C-GZ, Bronze, unbehandelt, DIN 3996:2005"/>				
Schmierung	<input type="text" value="Öl: ISO-VG 220"/>				<input type="text" value="Öl-Tauchschmierung"/>

Abbildung 1.3 Eingabemaske für Schnecken

Die Eingabe für den Axial/Stirnmodul, die Zähnezahl, die Qualität und Zahnbreite der Schnecke erfolgt im Tab „Basisdaten“. Ebenfalls ist auch noch die Eingabe des Achsabstandes (1) erforderlich. Nachfolgender Zwischenstand ergibt sich, in dem nun der Steigungswinkel ermittelt werden muss. Dazu ist der „Umrechnen-Button“  (2) zu benutzen und mit „Berechnen“ (3) wird der Steigungswinkel ermittelt und mit Übernehmen (4) in die Hauptmaske übernommen (siehe Abbildung 1.4).

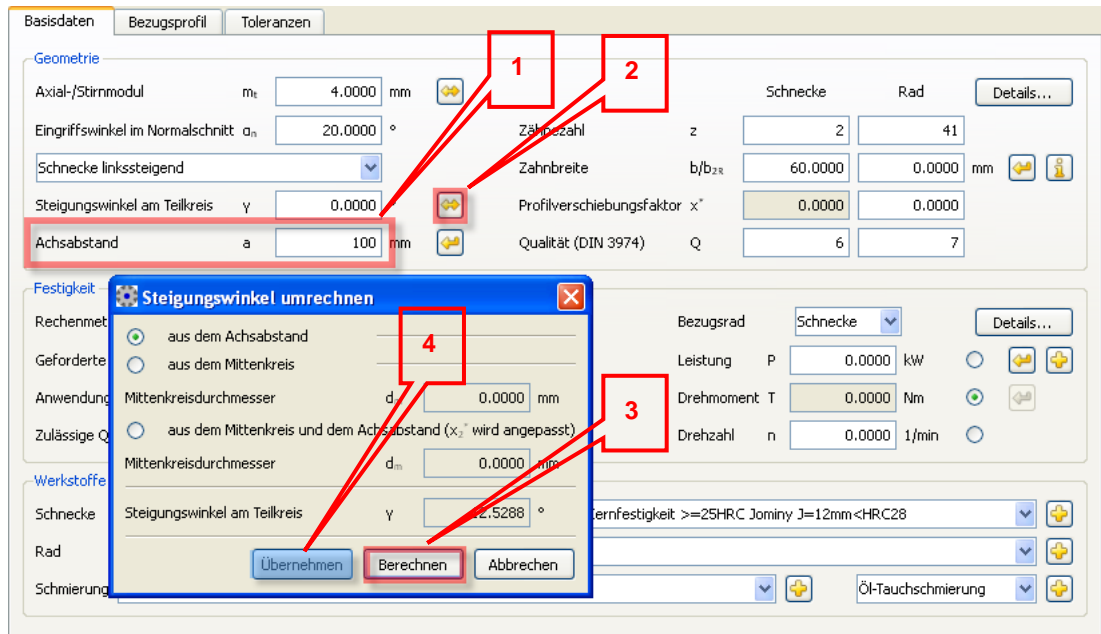


Abbildung 1.4 Zwischenstand mit Eingabemaske Auslegung Steigungswinkel

Über den Button „Details“ wird die Untermaske „Details der Geometrie definieren“ aufgerufen und die Flankenform ZI entsprechend ausgewählt. Der Innendurchmesser des Schneckenrades mit 134.4mm wird ebenfalls eingegeben.

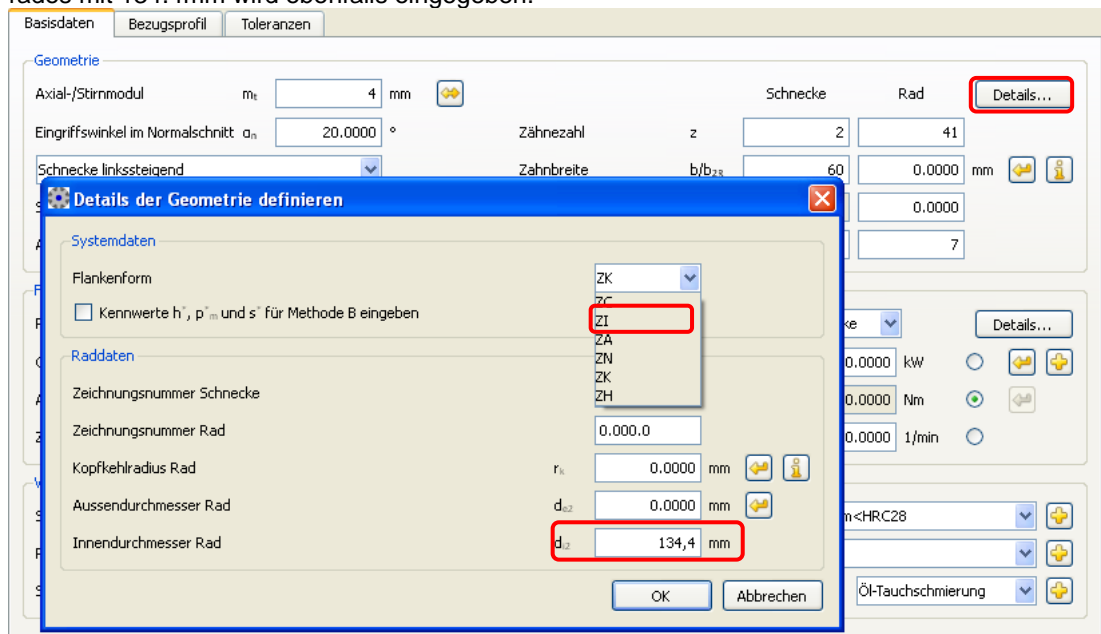


Abbildung 1.5 Zwischenstand mit Eingabemaske „Details der Geometrie definieren“

1.4 Besonderheiten Flankenfläche Schneckenradzahn

Die Flankenfläche eines Schneckenradzahnes wird anders definiert als bei Stirnrädern.

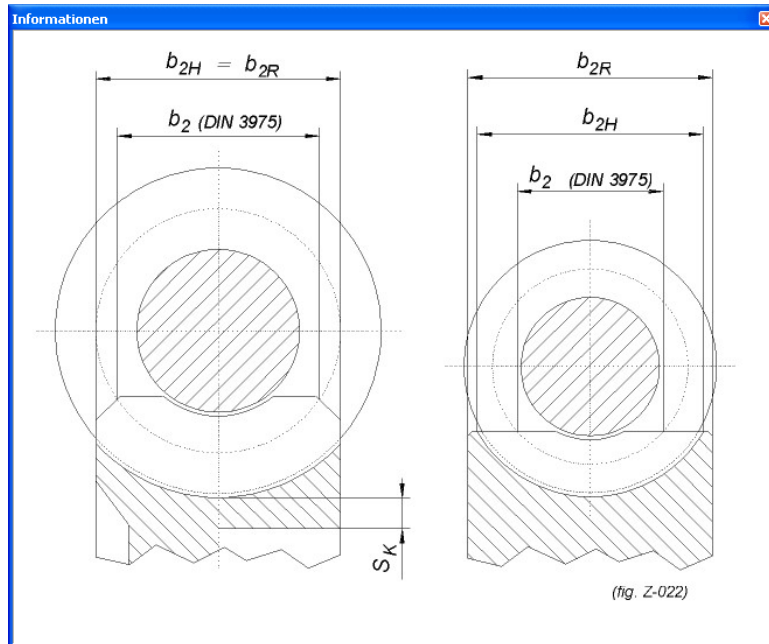


Abbildung 1.6 Aufruf der Informationsgrafik zur Beschreibung der Radkranzbreite b_{2R} und Radbreite b_{2H} en

Die Berechnung der Radbreite erfolgt über den „Auslegen-Button“

Basisdaten		Bezugsprofil	Toleranzen		
Geometrie					
Axial-/Stirnmodul	m_t	4.0000 mm		Schnecke	Rad
Eingriffswinkel im Normalschnitt	α_n	20.0000 °		Zähnezahl	z
				2	41
		Schnecke linkssteigend		Zahnbreite	b/b_{2R}
				64.9000	29.4000 mm
Steigungswinkel am Teilkreis	γ	12.5288 °		Profilverschiebungsfaktor	x^*
				0.0000	0.0000
Achsabstand	a	100.0000 mm		Qualität (DIN 3974)	Q
				6	7

Abbildung 1.7 Berechnete Radkranzbreite b_{2R}

1.5 Eingabedaten zum Zahnradpaar

Im Tab „Bezugsprofil“ ist die Auswahl von vordefinierten Werkzeugprofilen auf „Eigene Eingabe“ auszuwählen. Die Berechnung der Kopf- und Fusshöhenfaktoren für die Schnecke erfolgt über die entsprechenden „Umrechnen-Button“ für den Fuss- und Kopfhöhenfaktor mit Übernehmen werden die Werte in die Hauptmaske übernommen.

Basisdaten		Bezugsprofil	Toleranzen		
Schnecke					
Konfiguration	Bezugsprofil Zahnrad				
Bezugsprofil	Eigene Eingabe				
Bezeichnung					
Fusshöhenfaktor	h_{FP}^*	1.2500			
Fussradiusfaktor	ρ_{FP}^*	0.3800			
Kopfhöhenfaktor	h_{KP}^*	1.0000			
Protubanzhöhenfaktor	h_{DP}^*	0.0000			
Protubanzwinkel	α_{DP}^*	0.0000 °			
Kopfhöhenfaktor	h_{TP}^*	0.0000			
Kantenschliffenwinkel	α_{EP}^*	0.0000 °			
<input type="checkbox"/> über					
		Übernehmen	Berechnen	Abbrechen	

Fusshöhenfaktor umrechnen

Fusskreisdurchmesser Zahnrad (theoretisch) d_{t0}

Protubanzhöhenfaktor Zahnrad (maximum) d_{t1}

Protubanzhöhenfaktor Zahnrad (minimum) d_{t2}

Kopfhöhenfaktor Zahnrad h_{FP}^*

Fusshöhenfaktor Bezugsprofil h_{FP}^*


über

Übernehmen Berechnen Abbrechen

Abbildung 1.8 Berechnen der Fuss- bzw. Kopfkreisdurchmesser Schnecke

Der Fussradiusfaktor ist mit 0.2 einzugeben.

Die Ermittlung der Fuss- bzw. Kopfkreisdurchmesser für das Schneckenrad erfolgt anhand des effektiven Kopfspiels. Der Fusskreisdurchmesser berechnet sich aus $(\text{Achsabstand} - \text{Kopfkreisdurchmesser der Schnecke}/2 - \text{Kopfspiel}) * 2 = (100 - 44/2 - 0.8) * 2 = 154.4 \text{ mm}$. Der Kopfkreisdurchmesser berechnet sich aus $(\text{Achsabstand} - \text{Fusskreisdurchmesser der Schnecke}/2 - \text{Kopfspiel}) * 2 = (100 - 26,4/2 - 0.8) * 2 = 172 \text{ mm}$.

Auch hier erfolgt die Umrechnung über die entsprechenden „Umrechnen-Button“  für den Fuss- und Kopfhöhenfaktor am Schneckenrad mit Übernehmen werden die Werte in die Hauptmaske übernommen.

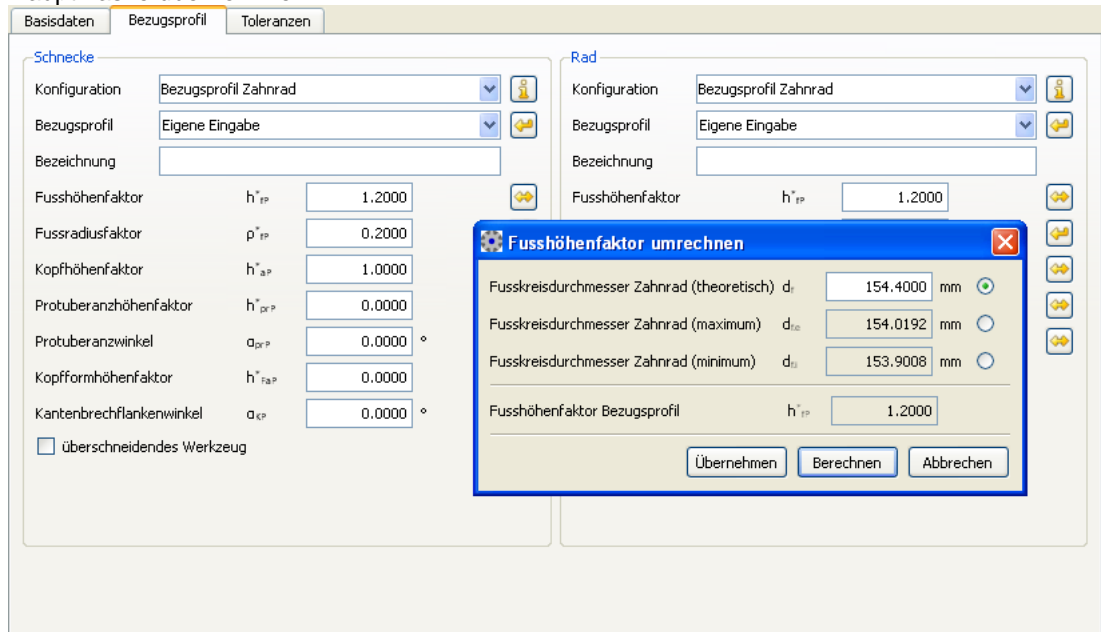


Abbildung 1.9 Berechnen der Fuss- bzw. Kopfkreisdurchmesser Schneckenrad

Erklärung dazu: Beim Aufruf der Schneckenradberechnung gibt es eine vordefinierte Grundeinstellung. Das voreingestellte Profil 1.25/ 0.38/ 1 ISO 53 A entspricht nicht unseren gesuchten Vorgaben. Dabei zeigt sich das die Software schon den oben errechneten Kopfkreisdurchmesser angibt.

Die besondere Geometrie von Globoidschneckenrädern macht auch noch eine Berechnung des Kopfkehlradiuses und des Aussendurchmessers d_{e2} erforderlich.

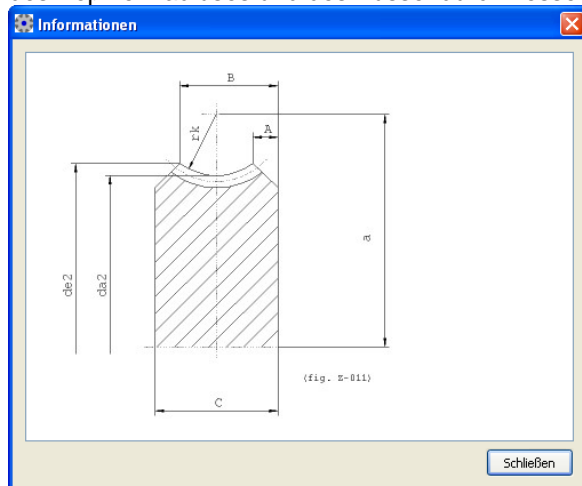


Abbildung 1.10 Geometrie von Globoidschneckenrädern

Im Tab „Basisdaten“ wird über Button „Details“ die Untermaske „Details der Geometrie definieren“ aufgerufen und es erfolgt mit der entsprechenden „Auslegen-Button“ die erforderliche Berechnung des Kopfkehlradiuses r_k und des Aussendurchmessers d_{e2} über in den

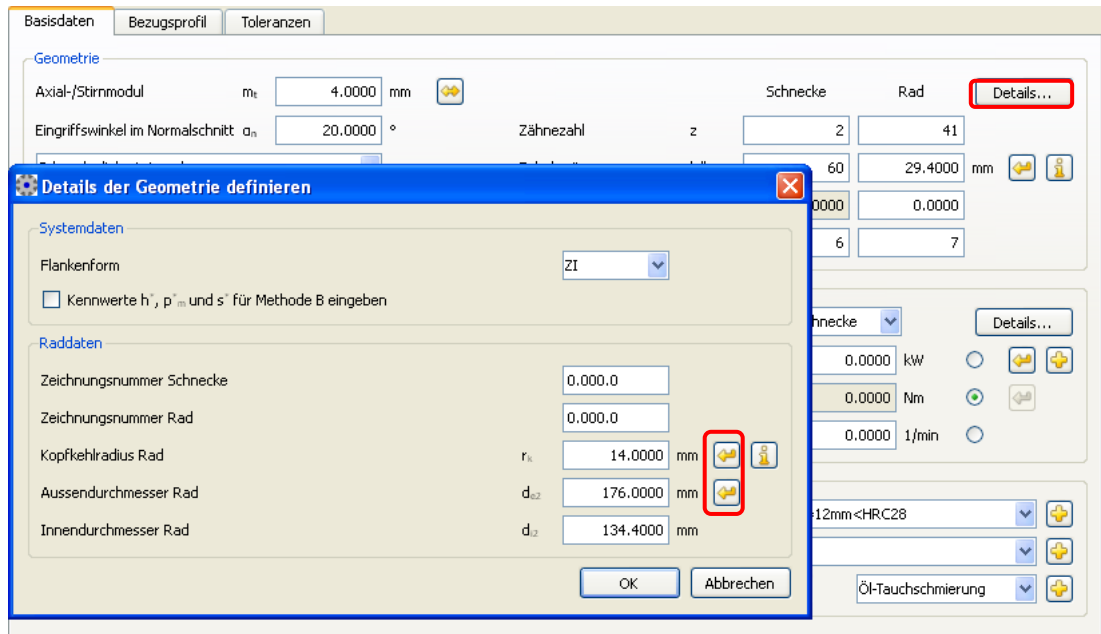


Abbildung 1.11 Berechnung des Kopfkehrradiuses r_k und des Aussendurchmessers

1.6 Eingabedaten der Toleranzen

Im Tab „Toleranzen“ ist die Auswahl von vordefinierten Abmassen auf „Eigene Eingabe“ auszuwählen. Danach erfolgt die Eingabe für die Zahndickenabmasse entsprechend der Vorgaben sowie die Eingabe für die Abmasse der Kopfkreisdurchmesser.

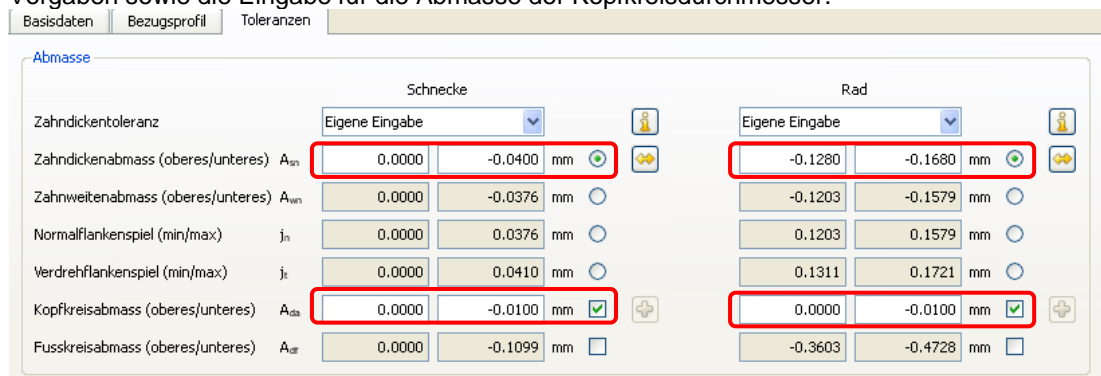


Abbildung 1.12 Eingabe Zahndickentoleranz und Kopfkreisabmasse

Die Abmasse für die Fusskreise sind noch zu überprüfen und gegebenenfalls zu verändern. Als Nächstes erfolgt die Auswahl der Achsabstandstoleranz.

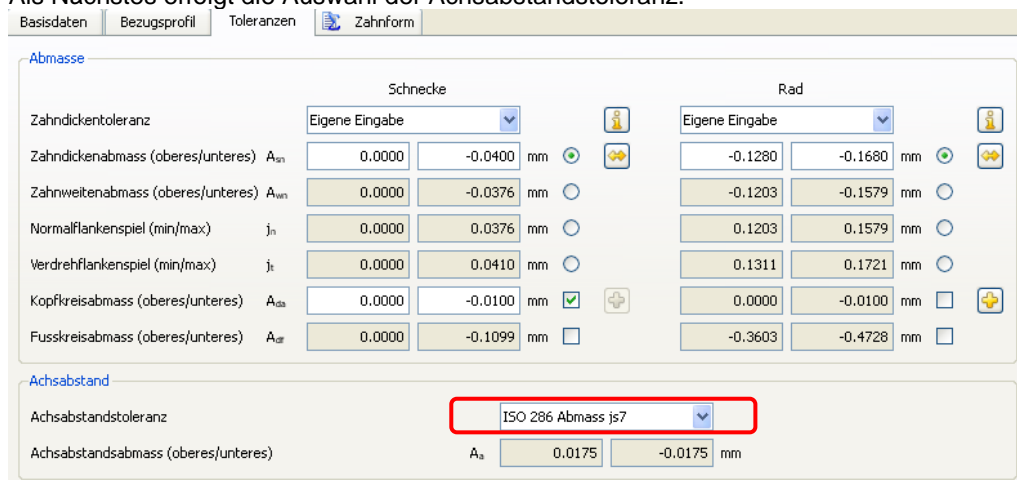


Abbildung 1.13 Achstoleranzeingabe

Für eine spätere Festigkeitsberechnung sind noch nachfolgende Veränderungen vorzunehmen:

Die erforderliche Zahnbreite des Schneckenrades b_{2R} ist auf 31mm zu vergrössern und der Aussendurchmesser d_{e2} beträgt 181.41 mm.

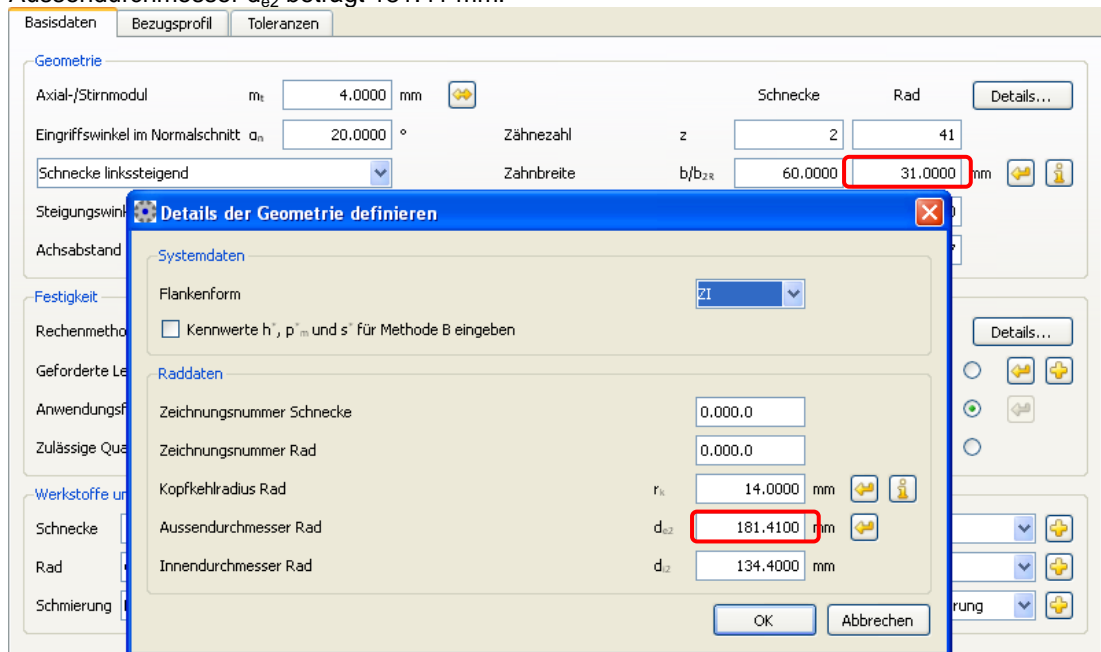


Abbildung 1.14 Abschliessende Eingaben

Nach dem die Berechnung ausgeführt wird ergeben sich die folgenden Resultate.

2 Festigkeitsberechnung

Die verschiedenen Berechnungsmethoden sind im Handbuch (Kapitel 16) dokumentiert. Bitte nutzen Sie diese Hinweise im Falle von Fragen. Das in diesem Tutorial durchgearbeitete Beispiel kann über „Datei→Öffnen“ und Auswahl von „WormGear 1 (DIN3996 Example 1)“ geöffnet werden.

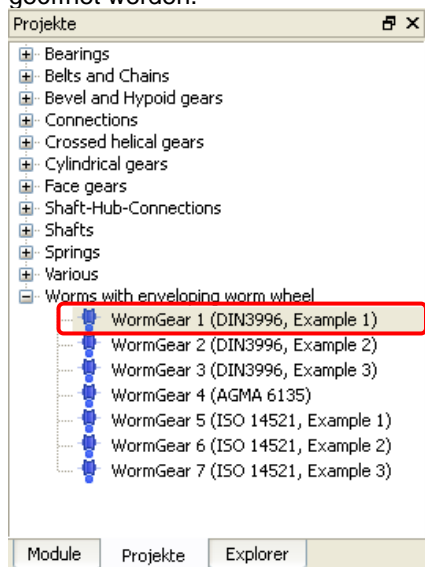


Abbildung 2.1 Öffnen des Berechnungsbeispiels

2.1 Resultate der Geometrieberechnung

KISSsoft - Release 08-2009B

KISSsoft evaluation

----- Datei
 Name : WormGear 1 (DIN3996, Example 1)
 Beschreibung: KISSsoft example
 Geändert von: ho am: 06.07.2009 um: 11:25:36

SCHNECKEN-BERECHNUNG

Zeichnungs- oder Artikelnummer:
 Schnecke: 0.000.0
 Rad: 0.000.0

Rechenmethode Nur Geometrie
 (Geometrie: ISO 14521)
 Geometrieberechnung mit Axialmodul

1. ZAHNGEOMETRIE UND WERKSTOFF

Flankenform: ZI

		----- SCHNECKE -----	RAD ----
Achsabstand (mm)	[a]	100.000	
Achsabstandstoleranz		ISO 286 Abmass js7	
Achsenwinkel (°)	[Sigma]	90.0000	
Stirnmodul (mm)	[mt]		4.0000
Normalmodul (mm)	[mn]	3.9047	
Axialmodul (mm)	[mx]	4.0000	
Eingriffswinkel im Normalschnitt (°)	[alfn]	20.0000	
Mittensteigungswinkel (°)	[gamma]	12.5288	
Schrägungsrichtung		links	links
Zähnezahl	[z]	2	41
Zahnbreite (mm)	[b1]	60.00	
Radkranzbreite b2R (mm)	[b2R]		31.00
Radbreite b2H (mm)	[b2H]		31.00
Zahnbreite für Rechnung (mm)	[b1, b2]	60.00	30.83
Verzahnungsqualität (Herstellung)	[Vqual]	6	7
Innendurchmesser Radkörper (mm)	[di]	0.00	134.40
Werkstoff			
Schnecke:		16 MnCr 5 (1), Einsatzstahl, einsatzgehärtet	
		ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernfestigkeit >=25HRC Jominy J=12mm<HRC28	
Rad:		CuSn12Ni2-C-GZ, Bronze, unbehandelt	
		DIN 3996:2005	

		----- SCHNECKE -----	RAD ----
Oberflächen-Härte		HRC 59	HBW 95
Bruchfestigkeit (N/mm ²)	[Rm]	1000.00	280.00
Streckgrenze (N/mm ²)	[Rp]	695.00	150.00
Elastizitätsmodul (N/mm ²)	[E]	206000	98100
Poisson-Zahl	[ny]	0.300	0.350
Dauerfestigk. Zahnfußspannung (N/mm ²)	[tauFlim]	430.00	100.00
Dauerfestig. Hertzsche Pressung (N/mm ²)	[sigHlim]	1500.00	520.00
Mittenrauhwert Ra, Zahnflanke (µm)	[RAH]	0.50	2.00
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Flanke (µm)	[RZH]	3.00	8.00
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Fuss (µm)	[RZF]	3.00	8.00
Werkstoff-Faktor YW	[YW]		0.95
Werkstoff-Schmierstoff-Faktor	[WML_PolyG]		1.75

Werkzeug oder Bezugsprofil von Rad 1 :

Bezugsprofil	1.20 / 0.20 / 1.0 DIN 867	
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.200
Kopfradiusfaktor	[rhoaP*]	0.000
Fussradiusfaktor	[rhofP*]	0.200
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[alfprP]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[alfKP]	0.000
		nicht überschneidend

Werkzeug oder Bezugsprofil von Rad 2 :

Bezugsprofil	1.20 / 0.20 / 1.0 DIN 867	
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.200
Kopfradiusfaktor	[rhoaP*]	0.000
Fussradiusfaktor	[rhofP*]	0.200
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[alfprP]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[alfKP]	0.000
		nicht überschneidend

Zusammenfassung Bezugsprofil der Zahnräder:

Fusshöhe Bezugsprofil (in Modul)	[hfP*]	1.200	1.200
Fussradius Bezugsprofil (in Modul)	[rofP*]	0.200	0.200
Kopfhöhe Bezugsprofil (in Modul)	[haP*]	1.000	1.000
Protuberanz-Höhe (in Modul)	[hprP*]	0.000	0.000
Protuberanz-Winkel (°)	[alfprP]	0.000	0.000
Höhe Knickfussflanke (in Modul)	[hFaP*]	0.000	0.000
Winkel Knickfussflanke (°)	[alfKP]	0.000	0.000

Erzeugungswinkel (°)	[alfa0]	20.000	
Eingriffswinkel im Normalschnitt (°)	[alfn]	20.000	

**Angaben für die Fertigung des Schneckenrades nach DIN3975:
(Nur gültig bei Schneckenrädern, welche mit einem Schnecken-ähnlichen Fräser hergestellt werden.)**

Mittensteigungswinkel der Schnecke (°)	[gamma]		12.5288
Stirnmodul (mm)	[mt]		4.0000
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]		164.000
Mittlenkreisdurchmesser (mm)	[dm]		164.000
Aussendurchmesser (mm)	[de]		181.410
Kopfkehlhalbmesser (mm)	[rk]		14.000
Profilverschiebungsfaktor	[x-DIN3975]		0.0000
Teilkreisteilung (mm)	[p2]		12.566

**Angaben für die Fertigung des Schneckenrades als Stirnrad oder für Formenbau:
(Die Angaben dienen nur als Hinweis, eine Berechnung der exakten Geometrie über die Schraubradberechnung ist notwendig!)**

Eingriffswinkel im Stirnschnitt (°)	[alfT]	(59.205)	20.448
Eingriffswinkel im Axialschnitt (°)	[alfx]	(20.448)	59.205
Schrägungswinkel am Teilkreis (°)	[beta]	(77.471)	12.529
Steigungswinkel am Teilkreis (°)	[gamma]	(12.529)	77.471
Stirnmodul (mm)	[mt]	(18.000)	4.000
Axialmodul (mm)	[mx]	(4.000)	18.000
Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)	[betas]	(77.471)	12.529
Wälzkreisdurchmesser (mm)	[dw]	(36.000)	164.000
Profilverschiebungsfaktor	[x-DIN3960]	(0.0000)	0.0000

Zähnezahlverhältnis	[u]	20.500	
Grundschrägungswinkel (°)	[betab]		11.762
Nullachsabstand (mm)	[ad]	100.000	
Formzahl q	[q]	9.000	
Summe der Profilverschiebung	[Summexi]	0.0000	
Profilverschiebungsfaktor	[x-DIN3975]	0.0000	0.0000
Profilverschiebung (x*m) (mm)	[x*mx]	0.0000	0.0000

(Die Profilverschiebung bezieht sich gemäss DIN3975 auf den Axialmodul der Schnecke.)

Kopfhöhenänderung (mm)	[k]	0.000	0.000
Kopfspiel theoretisch (mm)	[c]	0.800	0.800
Kopfspiel effektiv (mm)	[c.e/i]	1.059/ 0.963	0.877/ 0.782
Mittlenkreisdurchmesser (mm)	[dm]	36.000	164.000
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]		164.000
Grundkreisdurchmesser (mm)	[dB]		153.666
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	44.000	172.000
Kopfkantenbruch / Kopfrundung (mm)	[hk]	0.000	0.000
Kopfformkreis (mm)	[dFa]	44.000	172.000
(mm)	[dFa.e/i]	44.000/43.990	172.000/171.990
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.000/-0.010	0.000/-0.010
Fusskreisdurchmesser (mm)	[df]	26.400	154.400
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]		-0.0450/-0.0591
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)	[df.e/i]	26.400/26.290	154.040/153.927

Steigungshöhe (mm)	[pz]	25.133	
Axiale Teilung (mm)	[px]	12.566	
Profilüberdeckung (Richtwert nach Thomas-Charchut) [eps_a]		0.000	

Bei ZI-Schnecken:

Grundkreisdurchmesser (mm)	[dB]	18.431	
Grundsteigungswinkel (°)	[gamb]	23.463	
Grundzylinderteilung (mm)	[pb]	11.527	

8. ABMASSE FÜR DIE ZAHNDICKE

Zahndickentoleranz			
Schnecke:		Eigene Eingabe	
Rad:		Eigene Eingabe	

		----- SCHNECKE -----	RAD ----
Zahndickenabmass im Normalschnitt (mm)	[As.e/i]	0.000/-0.040	-0.128/-0.168

Spielfreier Achsabstand (mm)	[aControl]	99.820/ 99.707	
Spielfreier Achsabstand, Abmasse (mm)	[jta]	-0.180/-0.293	

Messzähnezahl	[k]		5.000
Zahnweite spielfrei (mm)	[Wk]		54.275
Effektive Zahnweite (mm)	[Wk.e/i]		54.155/54.117
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMWk.m]		162.549
Zahnweite: Kann nur gemessen werden, falls das Schneckenrad wie ein Stirnrad gefertigt wird!			

Theor. Messkörperdurchmesser (mm)	[dm]	6.545	6.615
Eff. Messkörperdurchmesser (mm)	[DMeff]	7.000	7.000
Radiales Einkugel-Mass spielfrei (mm)	[MrK]		87.190
Eff. radiales Einkugel-Mass (mm)	[MrK.e/i]		87.034/86.985

Messkreisdurchmesser (mm)	[dMMr.m]	37.166	164.455
Diametrales Zweikugel-Mass spielfrei (mm)	[MdK]		174.257
Eff. diametrales Zweikugel-Mass (mm)	[MdK.e/i]		173.946/173.848
Theoretisches Dreidraht-Mass (mm)	[Md3R]	46.559	
Effektives Dreidraht-Mass (mm)	[Md3R.e/i]	46.559/46.452	
Zahndicke (Sehne) im Teilkreis (mm)	['sn]	6.133	6.132
Effektive Zahndickensehne (mm)	['sn.e/i]	6.133/6.093	6.004/5.964
Zahndicke im Axialschnitt (mm)	[smx]	6.283	
Effektive Zahndicke (mm)	[smx.e/i]	6.283/6.242	
Zahnlücke im Axialschnitt (mm)	[emx]	6.283	
Effektive Zahnlücke (mm)	[emx.e/i]	6.283/6.324	
Höhe über der Sehne ab da.m (mm)	[ham1, ha2]	3.997	4.052
Achsabstandsabmass (mm)	[Aa.e/i]	0.018/-0.018	
Verdrehflankenspiel (Stirnschnitt) (mm)	[jt]	0.226/0.118	
Normalflankenspiel (mm)	[jn]	0.207/0.108	

9. TOLERANZEN

Nach DIN 3974:

		6	7
Verzahnungsqualität	[Vqual]	6	7
Teilungs-Einzelabweichung (µm)	[fpx, fp2]	8.50	13.00
Teilungssprung (µm)	[fux, fu2]	11.00	16.00
Steigungs-Gesamtabweichung (µm)	[Fpz]	11.00	
Teilungs-Gesamtabweichung (µm)	[Fp2]		51.00
Profil-Winkelabweichung (µm)	[fHa]	7.50	11.00
Profil-Formabweichung (µm)	[ffa]	11.00	15.00
Profil-Gesamtabweichung (µm)	[Fa]	13.00	19.00
Rundlaufabweichung (µm)	[Fr]	18.00	35.00
Einflanken-Wälzabweichung (µm)	[Fi']	29.00	56.00
Einflanken-Wälzsprung (µm)	[fi']	15.00	22.00

----- SCHNECKE ----- RAD ----