

FED3+: Toleranz für LK0 bei Drehfedern mit und ohne Windungsabstand

	DIN 2194			andere ...	Toleranz	
	1	2	3			
De, Di, (Dm)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Di ±	1,504 mm
delta 0	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	delta0 ±	104,2 °
T1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	T1 ±	811,0 Nmm
T2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	T2 ±	811,0 Nmm
LK0	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	LK0 ±	1,6 mm <
Schenkellänge	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	L1 ±	2,06 mm
					L2 ±	2,06 mm
Abbiegeradius	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	r1 +	1,4 mm
					r2 +	1,4 mm
Abbiegewinkel	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	phi1 ±	4,104 °
					phi2 ±	4,104 °

Toleranz für welchen Windungsdurchmesser ?

De (Da)

Di

Dm

Fertigungsausgleich durch

keine Angaben

OK Abbrechen Hilfe Calc

In FED3+ wird für die Federkörperlänge LK0 der Schenkelfeder die Toleranz nach DIN 2194 für Drehfedern mit Windungsabstand berechnet und ausgegeben. Über die Toleranz für Drehfedern ohne Windungsabstand gibt es in der DIN keine Aussage, in FED3+ wird auch für a=0 die angegebene Formel verwendet. Wenn das Windungsverhältnis Dm/d allerdings größer als 10 wird, steigt die Toleranz exponentiell an. Bei Dm/d > 20 wird die Toleranz von LK0 größer als LK0 selber. Wenn Sie LK0 ohne Toleranz ausgeben wollen, gehen Sie unter Bearbeiten\Toleranz auf "andere.." und geben 0 ein. Neu für FED3+ gibt es jetzt auch einen Vorschlags-Button "<" wenn a=0 ist (ohne Windungsabstand). Dann wird eine Toleranz für LK0 vorgeschlagen nach der Formel:

$$A_{LK0} \text{ (ohne Windungsabstand)} = (n+1) * A_d + \Delta_0 / 360^\circ * d$$

- A LK0 = Toleranz Federkörperlänge
- A_d = Toleranz Drahtdurchmesser
- Δ₀ = Toleranz Schenkelwinkel
- n = Windungszahl
- d = Drahtdurchmesser.

WN6: Quick3-Ansicht

Die neue Quick3-Ansicht enthält Zeichnungen und Tabellen mit Abmessungen und Festigkeit der P3G-Verbindung.

The screenshot shows the 'WN6 - Polygonprofil P3G - 32711-2wn6' software window. It features a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, CAD, STL, Datenbank, Dokument, OLE, Hilfe) and a main workspace with technical drawings and data tables.

Technical Drawings:

- Top left: Drawing of a circular profile with dimensions 23.4 mm (inner diameter), 26.6 mm (outer diameter), and 25 mm (width).
- Bottom left: Drawing of a circular profile with dimensions 23.4 mm (inner diameter), 26.6 mm (outer diameter), and 25 mm (width).

Data Tables:

	1 (Welle)	2 (Nabe)
Zeichnungsname	Welle	Nabe
Zeichnungsnummer	001	102
Zeichnungsname 2	shaft 32711-2f	hub 32711-2-2
Werkstoff	E295 (St 50)	E295 (St 50)
Werkstoff No.	1.0050	1.0050
Brechkonze Re (MPa)	300	300

FESTIGKEIT DIN 6892 / DIN 32711			
	1	2	
Drehmoment	T Nm	150	10
Biegemoment	Mb Nm	0	€
Anwendungsfaktor	KA	1,00	1,0
Brechkonze	Re MPa	300	300
Nutrfaktor	RS	1,30	1,5
Nutseinflussfaktor	IF	1,00	1,0
$\mu_{zul} = re \cdot IS \cdot IF$	μ_{zul} MPa	290	40
Lastwechselkoeffizient	FW	1,00	1,0
Anwendungsfaktor	f _{app}	1,00	1,0
Sigma zul = Re * FW	Sig _{zul} MPa	300	300
$\mu_{zul} = \mu_{zul} / FW \cdot f_{app}$	μ_{zul} MPa	290	40
Flächenpressung	p _{max} MPa	95	95
Min Wanddicke	s _{min} mm	5,0	7,1
Vanddicke	s mm	11,7	7,1
Rotationspannung	τ_{rot} max MPa	57	12
Biegespannung	s _{bmax} MPa	0	0
Vergleichsspannung	s _{vmax} MPa	100	21
$l = \mu_{zul} / p_{max}$	S _p	4,08	4,70
$l = Sig_{zul} / Sig_{vmax}$	S _e	3,01	14,0
$l = s_{well} / s_{min}$	S _w	2,34	1,7

P3G		
Gleichhokdurchmesser	d	mm 25
Außenkreisdurchmesser	d _e	mm 26,6
Innenkreisdurchmesser	d _i	mm 23,4
Exzentrizität	e	mm 0,8
Exzentrizität max	e _{lim}	mm 1,563
Querschnitt	A	mm ² 482,8
polares Trägheitsmoment	Ip	mm ⁴ 27297
polares Widerstandsmoment	Wp	mm ³ 2610
polares Widerstandsmoment	Wp _{d1}	mm ³ 2992
äquival. Widerstandsmoment	Wx	mm ³ 1406
Radius theor.	r1	mm 17,7
Radius theor.	r2	mm 7,3
Länge eff	l _{eff}	mm 20
Zahnzahl	n	3
Zahnhöhe	h	mm 1,39

FESTIGKEIT nach Roloff / Mitok			
nicht verschiebbar	f _{app}		1,0
Anwendungsfaktor	KA		1,0
Lastfaktor (eins. Last)	nue Fs		1,0
Lastfaktor (wechselnde Last)	nue Fw		4,0
zul. Flächenpressung (eins. Last)	pFs zul	MPa	187,5
zul. Flächenpressung (wechselnd)	pFw zul	MPa	7,50
zul. Drehmoment (schwellend)	Ts zul	Nm	294
zul. Drehmoment (wechselnd)	Tw zul	Nm	19

Rechnungsbeispiel
aus DIN 32711-2-2002-02 Abbildung A

Profil DIN 32711 - A P3G 25 k6		
Gleichhokdurchmesser	d1	mm 25 k6
Außenkreisdurchmesser	d2	mm 26,6
Innenkreisdurchmesser	d3	mm 23,4
Exzentrizität	e1	mm 0,8 JS4

Profil DIN 32711 - B P3G 25 H7		
Gleichhokdurchmesser	d4	mm 25 H7
Außenkreisdurchmesser	d5	mm 26,6
Innenkreisdurchmesser	d6	mm 23,4
Vorbolrung	d6pre	mm 23 H8
Schleifselbendurchmesser	d7	mm 8 max
Exzentrizität	e2	mm 0,8 JS4

WN6: Einsatzmöglichkeit von P3G-Polygonprofilen

In der DIN 32711 steht, dass P3G-Profile nicht geeignet sind für unter Drehmoment längsverschiebbare Verbindungen. Wieso das so ist, steht davor als Vorteil: Selbstzentrierung von Welle und Nabe unter Drehmoment. Tatsächlich ist die Exzentrizität ($e = \text{Zahnhöhe} / 2$) der DIN-Größen relativ klein, vermutlich wegen der Herstellbarkeit mit Polygonschleifmaschinen. Deshalb verklemmen sich Welle und Nabe bei Torsion. Bei wechselnder Last ist das nicht so gut: dann löst sich die Klemmung und verklemmt auf der anderen Seite. Gleitverschleiß, Aufweitung und Verdrehspiel sind die Folgen bei Drehrichtungsumkehr.

In WN6 kann man alle Abmessungen auch direkt eingeben und eine größere Exzentrizität eingeben, das mindert die Klemmung. Mit Polygonschleifmaschinen kann das Nabenprofil dann vielleicht nicht mehr hergestellt werden; nur noch als gezogenes Profil von der Stange und das Nabenprofil geräumt, gegossen, gespritzt, oder 3D-gedruckt.

Wenn man allerdings die Exzentrizität zu groß wählt, bekommt man den vom P4C-Profil bekannten Effekt, dass die Polygonkurve die harmonische Bahn verlässt. Dann muss man die Kurve wie beim P4C-Profil mit einem Kreisbogen begrenzen.

Die größtmögliche Exzentrizität für eine harmonische Kurve ist $e_{lim} = d / 16 = 0.0625 \cdot d1$.

WN6: Datenbank erweitert bis 180 mm

Neue Größen 110mm bis 180mm nach DIN 32711-1:2009 wurden in die Datenbank p3g.dbf übernommen.

	D1_D4	D2_D5	D3_D6	E1_E2	D6PRE	D7	R1	R2
	100	100	91	4,0	90,0	20	79,20	20,70
	110	119,9	100,1	4,95	99,6	25	87,18	22,83
	120	130,8	109,2	5,4	108,7	25	95,1	24,9
	130	141,7	118,3	5,85	117,8	25	100,03	26,98
	140	152,6	127,4	6,3	126,9	30	110,90	29,00
	150	163,5	136,5	6,75	136	30	118,88	31,13
	160	174,4	145,6	7,2	145,1	30	126,8	33,2
	170	185,3	154,7	7,65	154,2	30	134,73	35,28
	180	196	164	8	163,3	30	142	37

WN7 – Hilfebild

Für die Abmessungen in WN7 wurde das Hilfebild verbessert, ergänzt um ein Bild mit der kompletten Kontur und dem Durchmesser des konkaven Kreisbogens dre.

$$e = (d_{re} - d_i) / 4$$
$$d_m = d_i + 2e = (d_{re} + d_i) / 2$$
$$R_m = d_m / 2$$

ABMESS

WN7 Abmessungen

WN7D-100

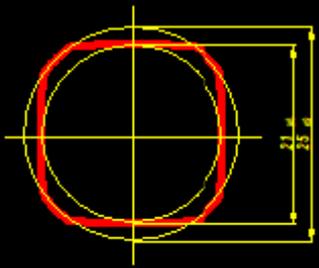
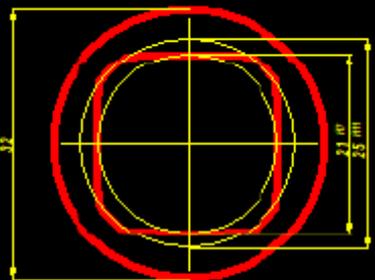
F.P. 07/20

WN7: Quick3-Ansicht

Die neue Quick3-Ansicht enthält Zeichnungen und Tabellen mit Abmessungen und Festigkeitsberechnung der P4C Verbindung.

WN7 - Polygonprofil P4C - 32712-2wn7

Datei Bearbeiten Ansicht CAD STL Datenbank Dokument OLE Hilfe

		1 (Welle)		2 (Nabe)	
Zeichnungsname		Welle		Nabe	
Zeichnungsnummer		1		1	
Zeichnungsname 2		P4C shaft		P4C hub	
Verkstoff		E295 (St 50)		E295 (St 50)	
Verkstoff No.		1.0050		1.0050	
Flankengrenze Ra (MPa)		300		300	

FESTIGKEIT DIN 6892 / DIN 32712		1	2
Drehmoment	T	Nm	150
Stoßmoment	Mb	Nm	0
Anwendungsfaktor	KA		1,00
Flankengrenze	Re	MPa	300
Wälzfaktor	IS		1,30
Ärteinflussfaktor	BH		1,00
zul = Re * IS * BH	psul	MPa	390
Lastwechselfaktor	FW		1,00
Anwendungsfaktor	Fapp		1,00
zul = Re * FW * Fapp	psul	MPa	390
Flächenpressung	p max	MPa	76
Min. Wanddicke	s min	mm	3,5
Wanddicke	s	mm	10,5
Schubspannung	tau max	MPa	81
Stoßspannung	s.bmax	MPa	0
Vergleichsspannung	s.vmax	MPa	140
l = psul / p max	S p		5,12
l = Sig.zul / Sig.vmax	S e		2,14
l = s wall / s min	S w		3,00

P4C			
Außenkreisdurchmesser	de	mm	25
Innenkreisdurchmesser	di	mm	21
Exzentergröße	e	mm	5
dre = d2 + 4e	dre	mm	41
er = (d1-d2)/4	er	mm	1
dr = d2 + 2*er = (d1+d2)/2	dr	mm	23
sector angle P4C	psiP4C	°	70,5
sector angle arc	psiArc	°	19,5
Querschnitt	A	mm²	475,5
polares Widerstandsmoment	Wp	mm³	1852
quator. Widerstandsmoment	Wx	mm³	926,1
Radius theor.	r	mm	90,5
Länge eff	l eff	mm	20
Zahnezahl	n		4
Zahnhöhe	h	mm	2

Profil DIN 32712 - A P4C 25 H7			
Außenkreisdurchmesser	d1	mm	25 H7
Innenkreisdurchmesser	d2	mm	21 h6
Exzentergröße	e1	mm	5 js4

Profil DIN 32712 - B P4C 25 H7			
Außenkreisdurchmesser	d2	mm	25 H7
Innenkreisdurchmesser	d4	mm	21 H7
Vordürlug	d4pre	mm	20,5 H8
Exzentergröße	e2	mm	5 JS5

FESTIGKEIT nach Roloff / Mook			
nicht verschleißbar	f app		1,00
Anwendungsfaktor	KA		1,00
Lastfaktor (eins. Last)	nuo Fs		1,00
Lastfaktor (wechselnde Last)	nuo Fw		4,00
zul. Flächenpressung (eins. Last)	pFs zul	MPa	750
zul. Flächenpressung (wechselnd)	pFw zul	MPa	750
zul. Drehmoment (schwellend)	Ts zul	Nm	370
zul. Drehmoment (wechselnd)	Tw zul	Nm	148

Berechnungsergebnis
DIN 32712-2:2012-03 Anhang A

WN7: P4C-Datenbank erweitert bis 180 mm

Neue Größen 110mm bis 180mm nach DIN 32712-1:2009 wurden in die Datenbank p4c.dbf übernommen.

Polygonprofil P4C

Datei Ansicht Hilfe

Suchen Weitersuchen € /31 OK Abbrechen

D1	D2	E1	D4PRE	R	INFO1	INFO2
95	85	3	84,7	170,5		
100	90	3	89,7	173		
110	97	3	96,7	176,5		
120	106	3	105,7	181		
130	115	3	114,7	185,5		
140	124	3	123,7	190		
150	133	8,1	132,7	194,5		
160	142	3	141,7	199		
170	151	3	150,7	203,5		
180	160	3	160,7	207,5		

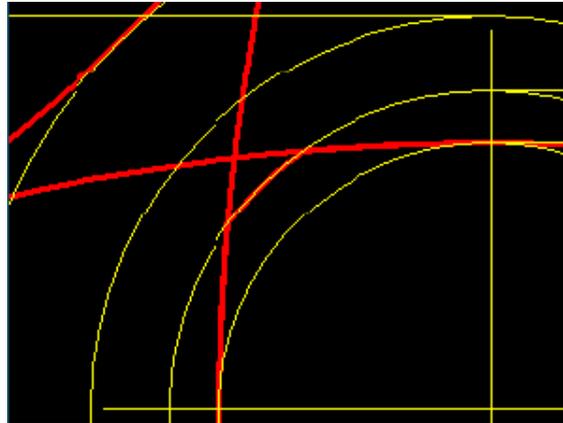
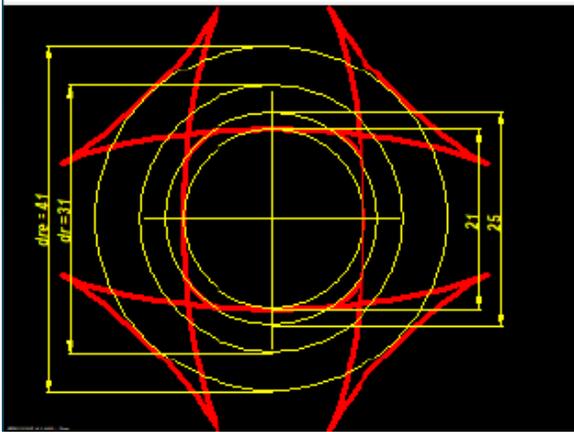
WN7 – theoretischer Außenkreisdurchmesser “dre”

Für den (theoretischen) Außendurchmesser des durchgehenden Trochoidenprofils wird in WN7 die Bezeichnung “dre” eingeführt und mit ausgedruckt. In DIN 32712 gibt es schon einen ähnlichen Wert “dr” als mittleren Durchmesser für die Berechnung der Flächenpressung:

$$dr = d2 + 2e$$

$$dre = d2 + 4e$$

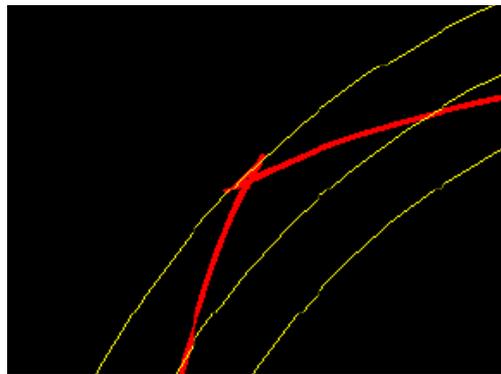
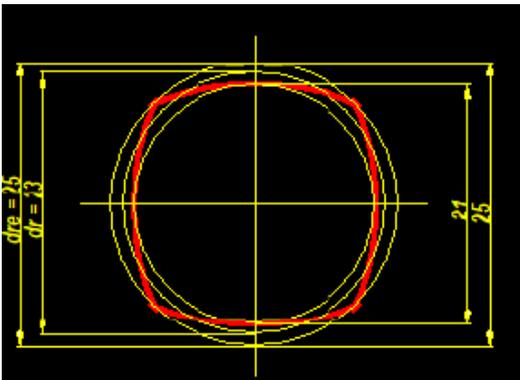
Profil DIN 32712 – P4C 25 mit $d1=25\text{mm}$, $d2=21\text{mm}$, $e=5\text{mm}$ -> $dre=d2+4e=41\text{mm}$



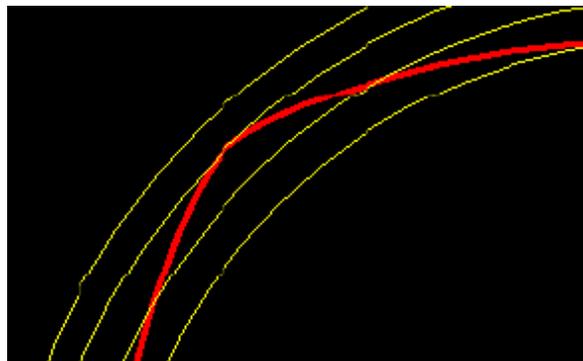
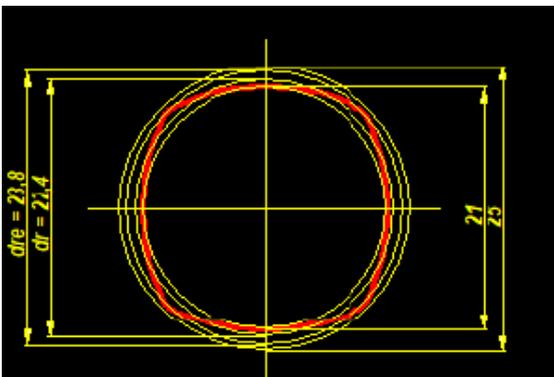
Für selbst definierte Profile kann man $d1$, $d2$ und Exzentrizität $e1$ eingeben.

Wenn man den zylindrischen Anteil vergrößern will, kann man $d1$ verkleinern.

Wenn man “dre” = $d1$ setzt, dann wird die Exzentrizität $e=(d1-d2)/4 = 1\text{mm}$. Aber für ein harmonisches Profil ist die Exzentrizität noch zu groß.



Erst wenn man die Exzentrizität weiter verkleinert auf 0.7mm, erhält man ein harmonisches “P4G” Profil. Der Außendurchmesser dre ist jetzt kleiner als der Durchmesser $d1$ der ursprünglichen DIN-Größe.



Für ein harmonisches PnG-Profil muss die Exzentrizität kleiner sein als $rm/(n^2-1)$. Für P4G $e \leq rm/15$, mit $rm=23/2$ ist $e_{lim} = 0.766\text{mm}$.

WN7 – P4C-Sektorwinkel berechnet

Das P4C-Gleichdick-Profil wird von einem Kreisbogen geschnitten. In der Quick3-Ansicht werden jetzt die anteiligen Winkel angezeigt: psiP4C mit Polygonprofil und psiArc mit Kreisbogen. Addiert ergeben die beiden Winkel 90 Grad.

sector angle P4C	psiP4C	^o	70,5
sector angle arc	psiArc	^o	19,5

P3G und P4C Normreihe

Weil in der Normreihe Durchmesser und Exzentrizität auf ganze Zahlen gerundet wurden, sieht jedes Profil anders aus. Vergleichen Sie ein P4C-Profil mit Nennmaß 14 und Nennmaß 100!

Dazu gibt es eine Publikation von Prof. Masoud Ziaei, der P3G und P4C Verbindungen untersuchte und daraus optimale Abmessungen ableitete:

P3G: Exzentrizität $e = 0.036 * dm$

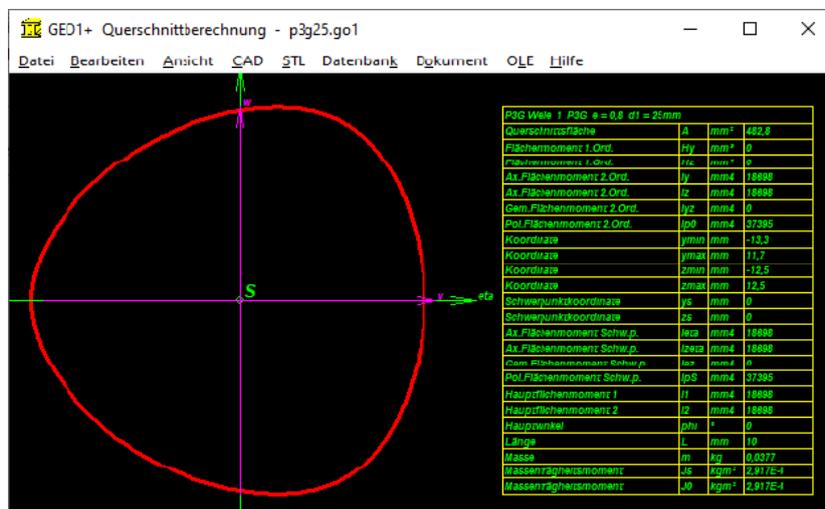
P4C: Exzentrizität $e = 0.125 * dm$, $d2/d1=0.82$

Beim P4C ist $dm=d2+2*e$. Mit $dm=d2+2*0.036dm$ wird $dm=d2/0.928$ und mit $d2=0.82d1$ wird $Dm=0.82d1/0.928 = 0.8836 d1$. $e=0.125*dm = 0.11*d1$. Der Herr Professor behauptet jedoch, dass der Gleichdickdurchmesser auch für P4C nach DIN 32712 $dm=d1$ sei. Es bleibt demnach vorerst unklar, wie groß die optimale Exzentrizität für P4C nach Ziaei ist.

Die Benennungen d1 bis d6 in DIN 32711 und 32712 sind willkürlich benannt. Bei P3C ist die Nenngröße d1 der mittlere Durchmesser (Gleichdickdurchmesser), bei P4C nach DIN 32712 ist d1 der Außendurchmesser (welcher mit dem Polygon gar nichts zu tun hat).

GEO1+: Polygon Profil (P3G)

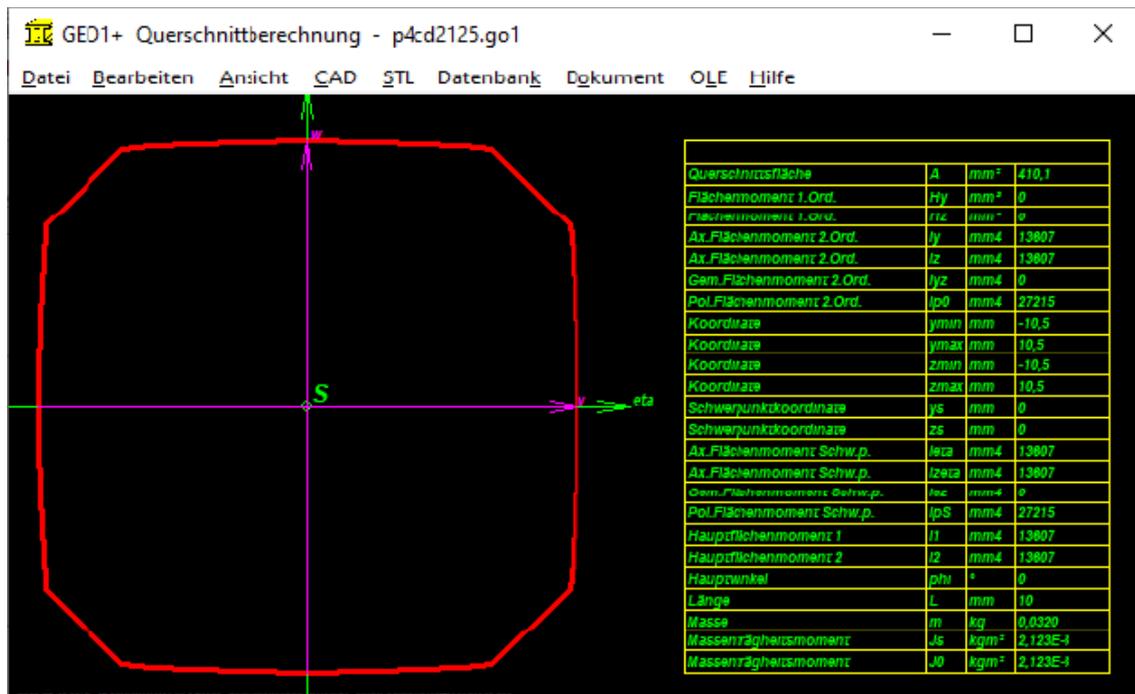
Auch in GEO1+ kann man jetzt Polygon-Trochoid-Profile (P3G) generieren. Hier kann man außer Teilkreisradius und Exzentrizität noch die Anzahl der Ecken sowie die Auflösung eingeben.



Ein Polygon-Trochoid mit 2 Ecken ergibt eine Ellipse. Mit 3 Ecken ein P3G Profil. Mit 4 Ecken ergibt sich eine P4C Kontur, aber ohne Begrenzung durch Kreisbogen. Eine richtige P4C-Kontur kann man aber auch in GEO1+ laden: in WN7 unter "Datei\Export DXF" bzw. "CAD\P4C" speichern, dann in GEO1+ unter "Datei\Import DXF" laden. In GEO1+ werden Fläche und Flächenmomente aus der Summe der Koordinaten berechnet. Ein Vergleich eines in GEO1+ generierten P3G Profils mit berechneten Daten aus WN6 ergibt eine gute Übereinstimmung bei Querschnittsfläche A und Flächenmomenten Ip und Ix. Der Schwerpunkt liegt genau im Nullpunkt. Das Widerstandsmoment Wmin ist I/rmax mit $rmax=d2/2$. Bei $Wx=Ix/d2/2$ gibt es eine gute Übereinstimmung, bei $Wp=Ip/d2/2$ gibt es eine Abweichung von ca. 10% mit Wp aus DIN 32711. Mit GEO1+ kann man auch das Massenträgheitsmoment einer Welle mit P3G-Profil ermitteln.

WN7: Zwei Fehler in DIN 32712

Ein DXF-importiertes P4C Profil aus WN7 ergibt in GEO1+ für W_p einen höheren und für W_x einen niedrigeren Wert als nach DIN 32712.



Das lässt sich dadurch erklären wie das Widerstandsmoment nach DIN 32712 berechnet oder besser gesagt geschätzt wird:

$$W_p = 0.2 * d_2^3$$

$$W_x = 0.15 * d_2^3$$

d_2 ist der kleinste Durchmesser am P4C-Profil. Das Widerstandsmoment eines P4C-Profils ist also auf jeden Fall größer als das einer Welle mit Durchmesser d_2 :

$$W_p = \pi/16 (0.196) * d_2^3$$

$$W_x = \pi/32 (0.098) * d_2^3$$

Das polare Widerstandsmoment eines P4C-Profils ist nach DIN 32712 konservativ berechnet, aber das axiale Widerstandsmoment W_x wird zu groß berechnet. Also Vorsicht, wenn eine P4C-Welle auf Biegung beansprucht wird! P4C-Kontur in WN7 als DXF-Datei speichern und mit GEO1+ laden. GEO1+ berechnet dann das axiale Flächenmoment 2. Ordnung I_z . Wenn die P4C-Welle auf der Gleichdick-Kontur aufliegt, ist $W_x = I_z/(d_2/2)$. Wenn die P4C-Welle auf der Kreiskontur aufliegt, ist $W_x = I_z/(d_1/2)$.

In WN7 wurde die näherungsweise Berechnung von W_x abweichend von der DIN 32712 geändert in $W_x = 0.1 * d_2^3$

Einen noch gravierenderen Fehler gibt es bei der Berechnung der Flächenpressung nach DIN 32712 Beweis: Exzentrizität sehr groß machen (für flache Kurve), dann geht die Flächenpressung p gegen 0. Weil $dr=d_2+2e$ angegeben ist. Anders als bei P3G kann man bei P4C die Exzentrizität beliebig groß machen (Exzentrizität unendlich ergibt Polygon geschnitten mit Kreis). Vermutlich sollte $dr=d_2+2e_r$ sein. Weil dr der mittlere Durchmesser $dm=R_m/2$ sein soll (äquivalent zu d_1 bei P3G) $dr=(d_1+d_2)/2 = d_2+2*e_r = d_1-2*e_r$. In WN7 wird zukünftig abweichend von der DIN 32712 mit " $dr = d_2 + 2*e_r$ " statt mit " $dr=d_2+2*e$ " gerechnet.

Angewendet auf das Berechnungsbeispiel in DIN 32712-2:2012 Anhang A ist dr dann 23mm statt 31mm, dadurch wird die Flächenpressung $p = 80$ MPa statt 51,57 MPa.

Eine Alternativberechnung $p=F/A$ mit $F=M_t/(dm/2)$ und Fläche $A=\text{Zahnhöhe} * \text{Breite} * \text{Zähnezahl}$ ergibt sogar einen noch höheren Wert von 94 N/mm². Fast doppelt so groß wie nach DIN!

WN6: Fehler in DIN 32711

Auch in DIN 32711 gibt es einen kleinen Fehler: die recht komplizierte Formel für die Berechnung des polaren Widerstandsmoments W_p ist falsch. Beweis: Exzentrizität $e=0$ setzen, dann müssen die Werte von I_p , W_p , W_x , A mit den Werten eines Kreisquerschnitts übereinstimmen.

Richtiger wäre die einfache Formel $W_p = 2 \cdot I_p / d_1$

Die Abweichung ist nicht gravierend, deshalb wird die DIN-Berechnung in WN6 vorerst beibehalten. Zusätzlich wird das Widerstandsmoment " $W_{pd1} = 2 \cdot I_p / d_1$ " berechnet und mit ausgedruckt.

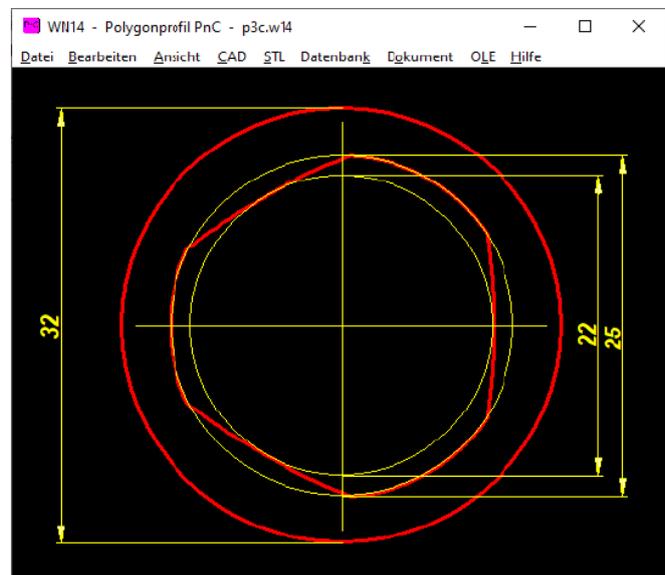
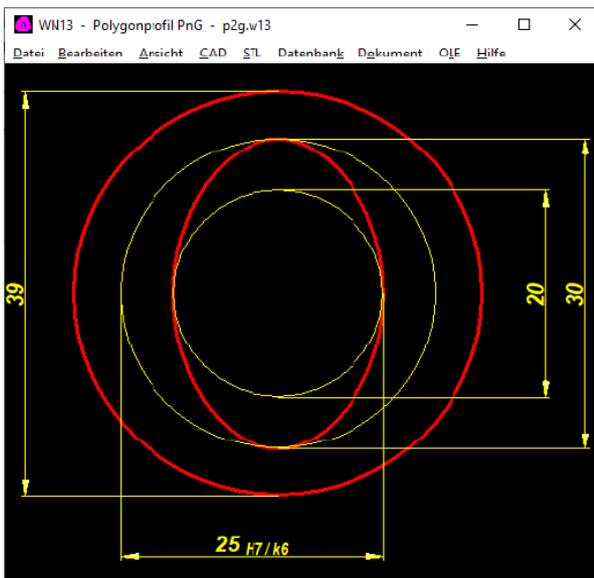
Das Widerstandsmoment des P3G-Profiles wird sowieso nur für die Berechnung der Schub- und Biegespannung von Vollwellen verwendet. Für Nabe oder Hohlwelle wird das Widerstandsmoment eines Kreisrings verwendet.

Auch die Berechnung der Mindestwanddicke nach DIN 32711 und 32712 ist zumindest fragwürdig. Für P3G-Verbindungen ist die Mindestwanddicke doppelt so groß wie für P4C-Verbindungen.

Vielleicht wird angenommen, dass P3G für Preßverbände und P4C für verschiebbare Verbindungen verwendet werden.

Neue Software für PnG Verbindungen

Demnächst gibt es ein neues Berechnungsprogramm WN13 für PnG-Verbindungen mit 2, 3, 4, 5, 6, n Ecken (P2G, P3G, P4G, P5G, PnG) wobei man Gleichdickdurchmesser und Exzentrizität frei eingeben kann. Die maximale Exzentrizität ist $e_{lim} = d / (2 \cdot (n^2 - 1))$. Polygonwellenverbindungen könnten die bevorzugte Welle-Nabe-Verbindung für spanlos hergestellte Maschinenelemente werden.



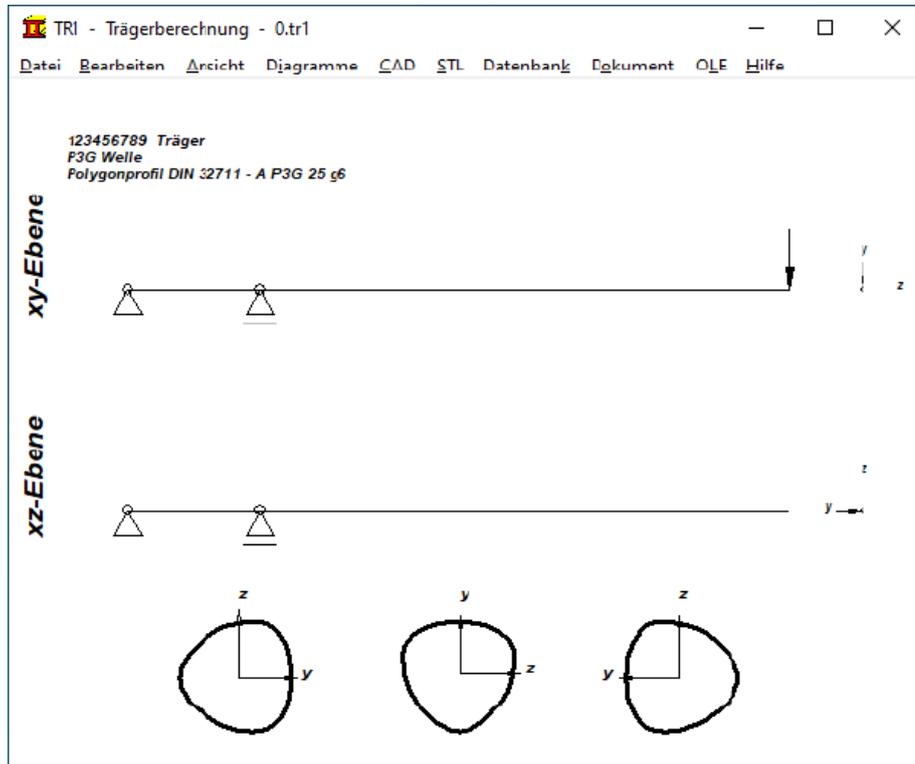
Neue Software für PnC Verbindungen

Demnächst gibt es auch ein neues Berechnungsprogramm WN14 für PnC-Verbindungen mit abgeschnittenem Polygon-Trochoid-Profil wie P4C, aber auch mit 2,3,5,6 Ecken.

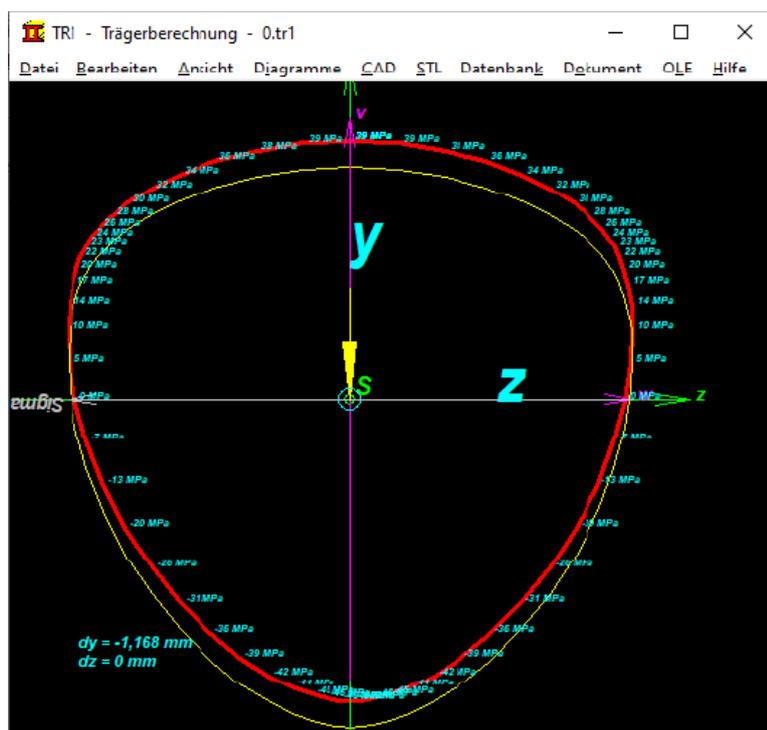
Das PnC-Profil ist auch interessant für Wellen, die sowohl zylindrische als auch PnC Maschinenelemente aufnehmen können, z.B. Wälzlager, Zahnräder und Riemenscheiben auf einer durchgehenden Welle.

TR1: Polygon-Trochoid Profil (P3G)

In die Profil-Datenbank zur Trägerberechnung wurde die Polygontrochoidwelle aufgenommen. Damit können Wellen mit P3G-Profil als Träger berechnet werden. Allerdings nur auf Zug/Druck und Biegung, nicht auf Torsion. Die Anzahl der Ecken kann eingegeben werden. Bei 2 Ecken gibt es eine Ellipse. Je mehr Ecken, desto kleiner muss die Exzentrizität sein. Sonst gibt es den bei P4C-Profilen bekannten Effekt, das nutzbare Profil mittels Kreisbogen zu begrenzen. Auch in TR1 gibt es darüber hinaus die Möglichkeit, beliebige aus einer Polylinie bestehende Querschnitte als DXF-Datei zu importieren.

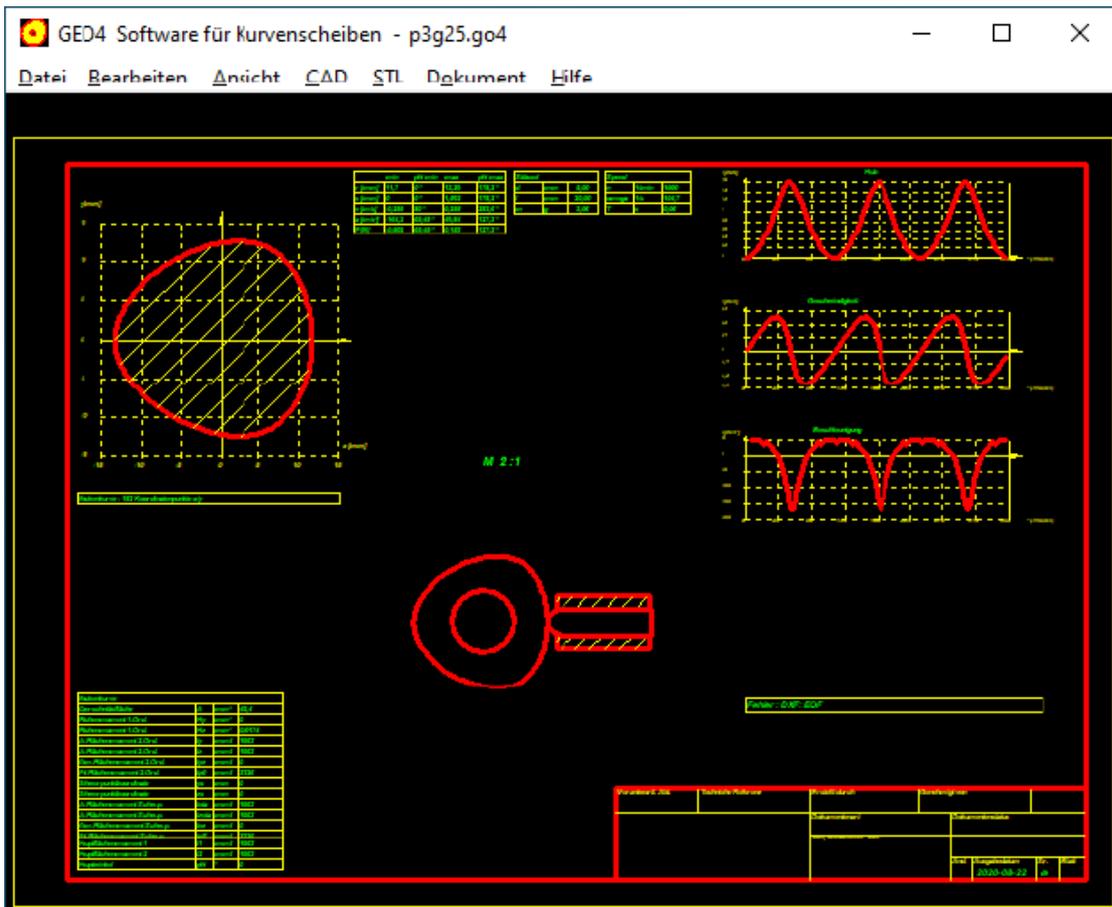


Unter "Ansicht \ Profil mit Spannung und Biegung" wird die Biegespannung in jedem Punkt des Profils angezeigt, außerdem die Durchbiegung an der angegebenen x-Koordinate (gelbe Kontur).



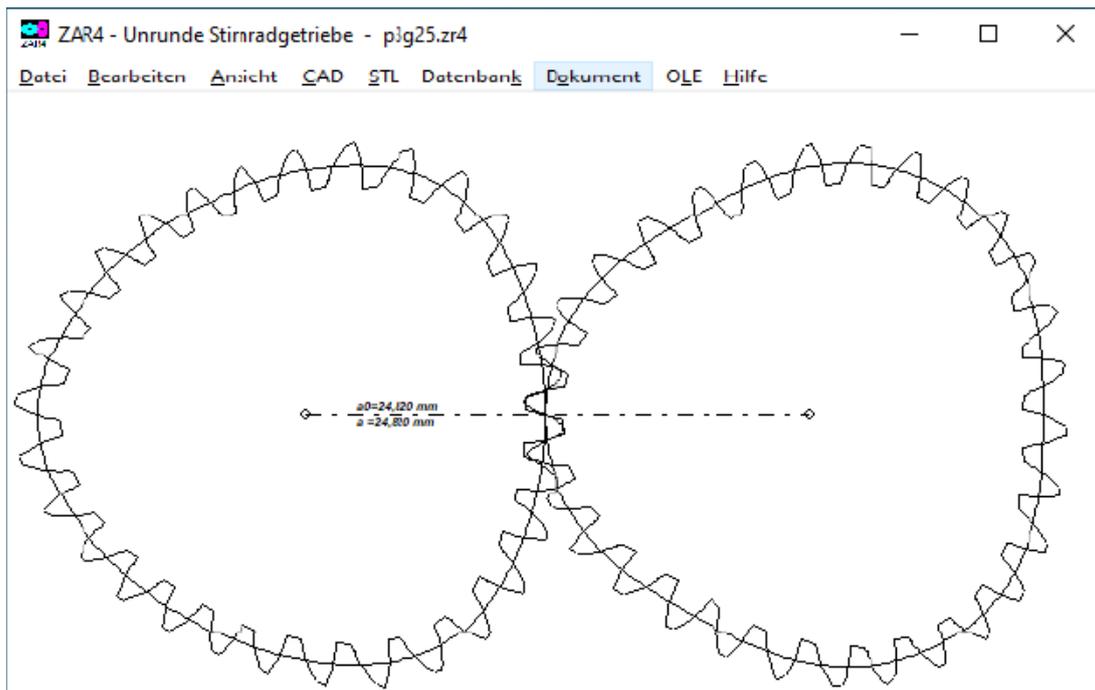
GEO4: Import DXF

Über die DXF Importfunktion kann man Polygonprofile aus WN6 oder GEO1+ in GEO4 für eine P3G-Nockenform übernehmen.

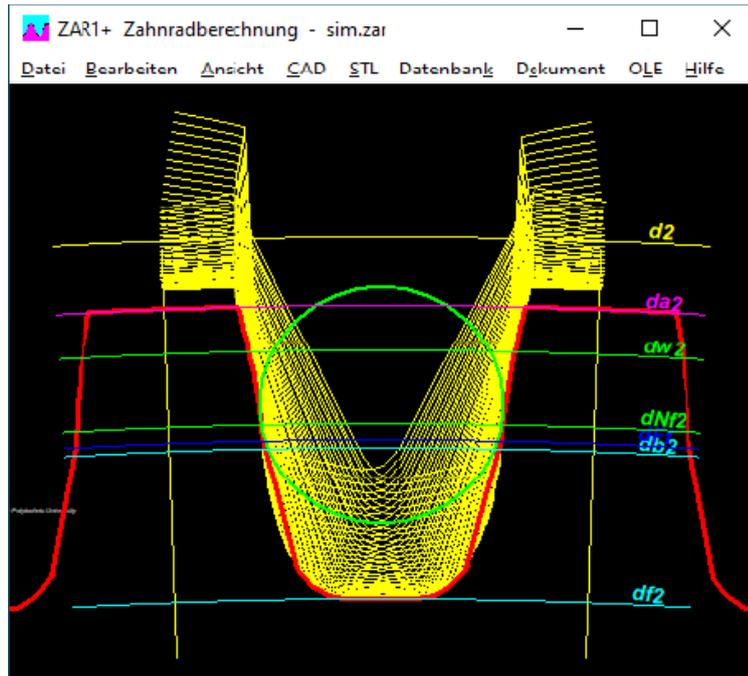


ZAR4: Import DXF

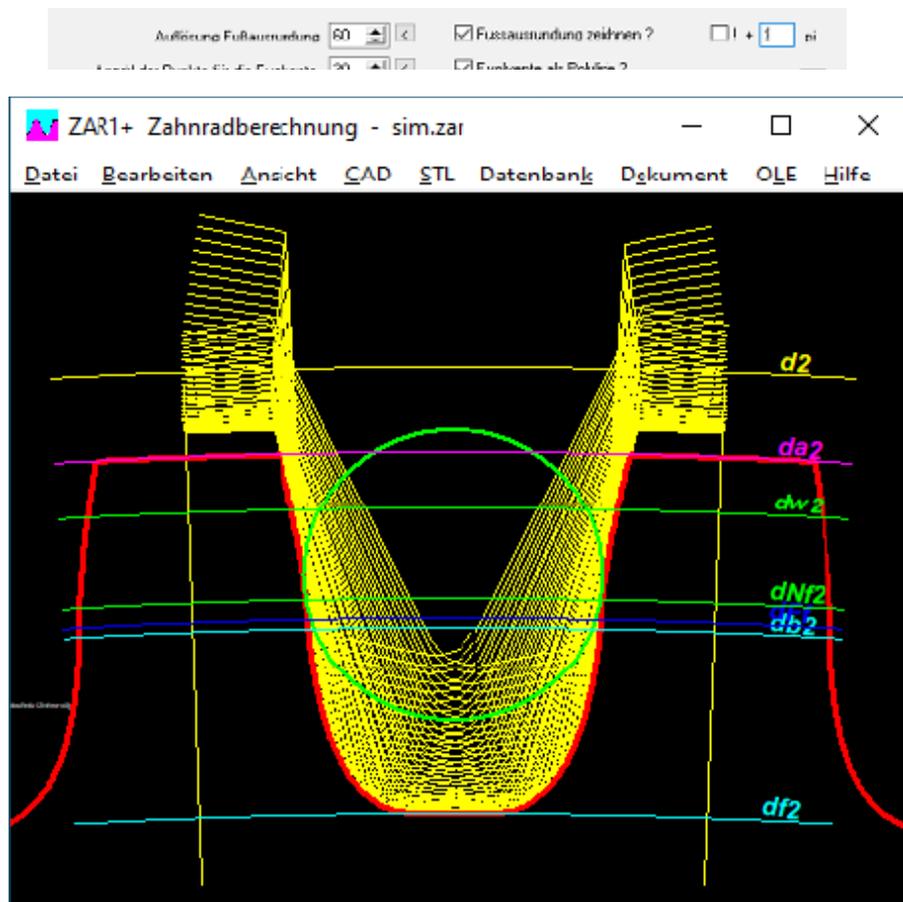
Über die DXF Importfunktion kann man Polygonprofile aus WN6 oder GEO1+ in ZAR4 als P3G-Zahnrad übernehmen.



ZAR1+, ZARXP, ZAR1W, ZAR5, ZAR7, ZAR8: Fussausrundungstrochoide bei Unterschnitt



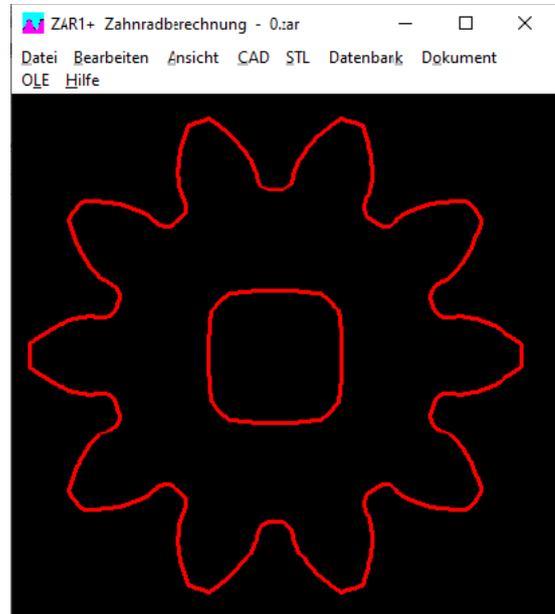
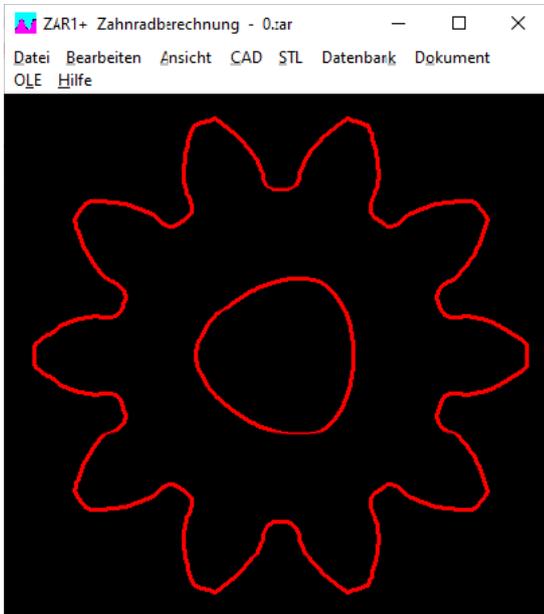
Für sehr stark unterschnittene Zahnräder (z.B. $\alpha=15^\circ$ und $x=-1.3$) war die Fußausrundungstrochoide am Übergang zur Evolvente nicht sauber gezeichnet worden. Bei diesem ungewöhnlichen Zahnrad liegt der Teilkreisdurchmesser außerhalb der Verzahnung, und der Unterschnittbereich mit der Fußausrundung ist größer als die Evolvente. Auch solche Verzahnungen werden jetzt durchgängig gezeichnet, wenn man zuvor unter „CAD\Einstellungen\Fussausrundung zeichnen“ den Startwinkel der Fussausrundung vergrößert (+2pi statt +0pi).



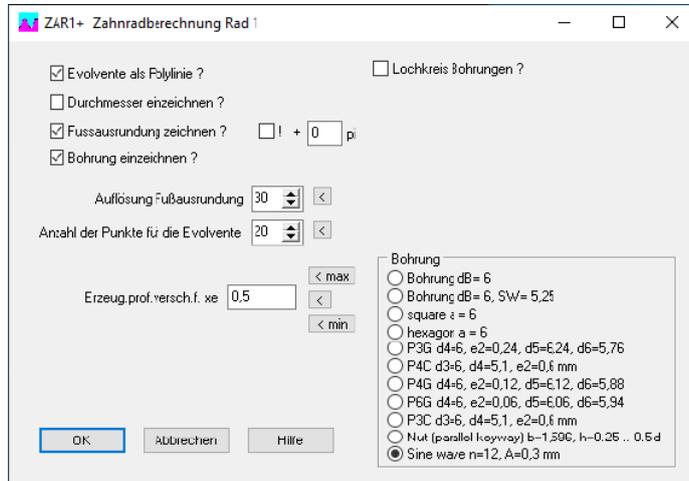
ZAR1+, ZAR5, ZAR7, ZAR8: Bohrung P3G, P4C, P4C, P3C, P6G, Viereck, Sechseck

Für die Herstellung von Zahnrädern mit 3D-Drucker gibt es zu einer runden Bohrung jetzt verschiedene Alternativen:

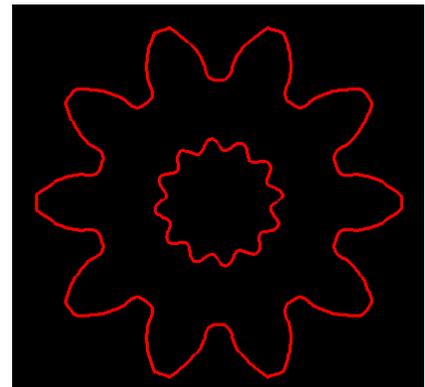
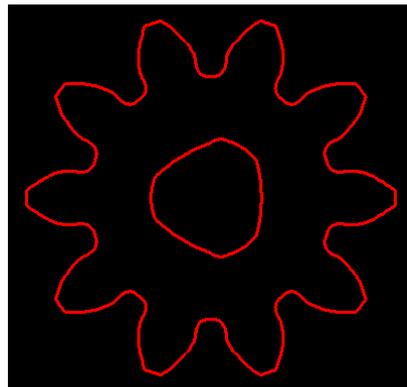
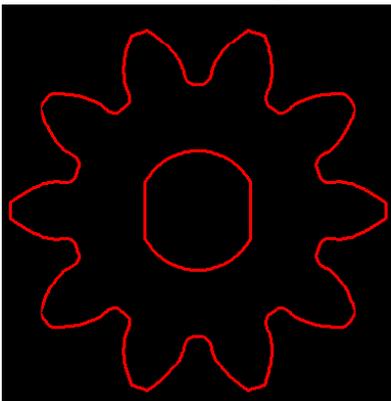
Angeflacht, 4-kant, 6-kant, P3G, P4C, P4G, P6G, P3C. Außerdem noch eine Paßfedernut und eine Sinuswelle. Man muss keine weiteren Abmessungen eingeben, es werden Standardwerte verwendet. Beim P3G ist $d1=dB$, $e2=0.04 dB$ ($d5=dB+e2$, $d6=dB-e2$)



Unter „CAD\Zahnräder“ kann man die Optionen wählen und eingeben:



Außer P3G und P4C gibt es auch P3C, P4G, P6G, und runde Sinuswelle.



ZAR1+ 3+ 4 5 7 8: Zahnräder mit 3D-Drucker herstellen

Geradverzahnte Zahnräder kann man leicht im 3D-Druck herstellen. Bei schrägverzahnten Zahnrädern sollten danach die Zahnflanken geglättet werden, weil im 3D-Druck die Zahnschräge eine Treppenfunktion ergibt (Stufenhöhe=Schichtdicke).

Wegen der größeren Toleranzen bei 3D-Druck von Zahnrädern aus PLA oder ABS muss das Flankenspiel vergrößert werden, so dass die Modellzahnräder auch laufen. Unter "Bearbeiten\Qualität" wählen Sie ein Toleranzfeld für großes Flankenspiel, z.B. b 28 für Zahnräder aus PLA oder ABS. Keine Bearbeitungszugabe (0).

Parameter	Rad 1	Rad 2
Verzahnungsqualität ISO 1328	6	6
Zahndickentoleranz Tsn (DIN 3967)	28	24
Zahndickenabmaß Asne (DIN 3967)	b	a
Asne	0,095	-0,135
Asni	-0,225	-0,155
mm (d =)	16,71	31,42
Bearbeitungszugabe q	0	0

Um die Druckzeit zu verkürzen, können Sie den Bohrungsdurchmesser vergrößern. Bei schrägverzahnten Zahnrädern sollten Sie unter "Datei\Einstellungen\CAD" die Schichtdicke "zslice" konfigurieren. Diese sollte gleich sein wie die am 3D-Drucker eingestellte Schichtdicke. Achtung: nicht unnötig klein einstellen, Halbierung von zslice verdoppelt die STL-Dateigröße.

Parameter	Value
z slice	0,1 mm
STL Type	Binary
STL fit clearance shaft	0 mm
STL fit clearance hub	0 mm

Menü „STL Zahnrad“:

Option	Value
Evolvente als Polylinie?	<input checked="" type="checkbox"/>
Durchmesser einzeichnen?	<input type="checkbox"/>
Fußausrundung zeichnen?	<input checked="" type="checkbox"/>
Bohrung einzeichnen?	<input checked="" type="checkbox"/>
Auflösung Fußausrundung	30
Anzahl der Punkte für die Evolvente	20
Erzeug.profilversch.f. no	0,0254958
Lochkreis Durchmesser	12 mm
Bohrungsdurchmesser	2,1 mm
Anzahl Bohrungen	11
Wandstärke	1,2 mm
Bohrung	Bohrung dB=8,1

Evolvente als Polylinie: egal, ob Polyline oder Line.

Durchmesser einzeichnen: nein, in die STL-Datei gehört nur die Zahnradkontur

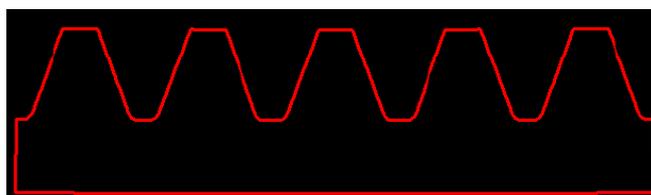
Fußausrundung zeichnen: ja, wie in Zeichnungsdarstellung

Bohrung einzeichnen: ja, sonst kommt das Zahnrad auf Vollwelle

Auflösung Fußausrundung und Evolvente: wie in Zeichnungsdarstellung

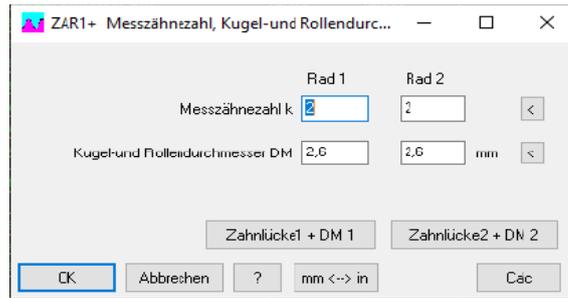
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor: „<“ Button für Toleranzmitte oder „min“ „max“ mit direkter Auswirkung auf das Flankenspiel.

Lochkreis: einen Lochkreis mit Bohrungen kann man für die Befestigung von Zahnrad oder Hohlrad verwenden, oder um einfach Material zu sparen.



Zahnstange: Für eine Zahnstange gibt man eine große Zähnezahl (-2000) und ein kleines Flankenspiel (unabhängig vom Teilkreis) ein, dann unter "STL\Sector\Rad2" Anzahl der Zähne eingeben.

ZAR1+ 5 7 8: Vorschlagswerte für Meßzähnezahl und Meßkreisdurchmesser



The screenshot shows a software window titled "ZAR1+ Messzähnezahl, Kugel- und Rollendurch...". It contains two columns of input fields for "Rad 1" and "Rad 2". The "Messzähnezahl k" field for Rad 1 has a value of 2, and for Rad 2 it has a value of 2. Below these, the "Kugel- und Rollendurchmesser DM" field for Rad 1 has a value of 2,6, and for Rad 2 it has a value of 2,6 mm. There are buttons for "Zahnücke1 + DM 1" and "Zahnücke2 + DM 2". At the bottom, there are buttons for "OK", "Abbrechen", "?", "mm <-> in", and "Cac".

Die Vorschlagswerte mit "<" Button wurden aus dem Profilverschiebungsfaktor x_{emin} berechnet, überprüft wurden die Eingabewerte dagegen mit Toleranzmitte $(x_{emin} + x_{emax})/2$. Bei großen Zahnflankentoleranzen ergeben die Vorschlagswerte für den Größtwert von x_e andere Meßzähnezahlen und Kugeldurchmesser als für den Kleinstwert mit mehr als 30% Unterschied. Für einige Grenzfälle ergab sich deshalb der kuriose Fall, dass eine Warnung "k measure !" angezeigt wurde, obwohl der Vorschlagswert verwendet wurde. Jetzt wird für alle Vorschlagswerte der aus den Zahndickenabmaßen berechnete mittlere Profilverschiebungsfaktor verwendet. Für den Hinweis danke ich Jong-Gak Kim von Pion.

Fehlalarm durch Virens Scanner

Manche Virens Scanner (für Computerviren) melden Warnungen für ausführbare Dateien, welche sie noch nicht kennen. Oder welche sie schon kennen, die sich aber geringfügig unterscheiden. Das trifft auf jede ausführbare Datei von HEXAGON zu: Jede exe-Datei ist anders und individuell, weil sie den Namen des Lizenznehmers enthält. Bei den meisten Softwareanbietern ist das anders, jeder Kunde arbeitet mit derselben exe-Datei. Das macht es Virensfirmen wie Symantec einfach, die Dateien zu katalogisieren, und dann einfach die exe-Datei mit den gespeicherten Merkmalen zu vergleichen: Wenn es Abweichungen gibt, könnte es sich um eine durch Computerviren mutierte Datei handeln. Bei HEXAGON Software gibt es immer Abweichungen: jede `wfed1.exe` ist anders. Das ist für Virens Scanner verdächtig: sie finden zwar kein Virus, aber sie stellen eine vermeintlich mutierte Datei fest und geben eine Warnung aus. Bei Symantec heißt die Warnung "WS.Reputation.1". Diese Warnung können Sie ignorieren.

Corona-Viren auf Weltreise

Ein Virus kommt ohne fremde Hilfe keine zwei Meter weit. Viren werden durch Reisende übertragen. Corona-Viren reisen um die Welt. Im Frühjahr haben sie sich von Europa nach Südamerika verabschiedet, wo im Sommer Winter ist. Weiter über Nordamerika und Russland kehren sie zur Grippesaison zurück nach Europa. Nur nach China kommen die Viren nicht zurück: China hat alle internationalen Flüge bis auf Frachtflüge und einige wenige Heimkehrflüge für chinesische Überseestudenten gestrichen und alle Grenzen geschlossen, daß Reisende nicht die Corona-Pandemie zurückbringen. Freie Fahrt für Waren, dagegen Einreisestopp für Menschen und Tiere. Mit Erfolg: im Reichenreich China gibt es im August 2020 weniger Coronavirus-Neuinfektionen als im kleinen Freistaat Bayern. Wurden vor 6 Monaten Corona-Erkrankte erfolgreich isoliert, werden jetzt die Gesunden isoliert. Während andere Länder Milliarden für Corona-Folgen aufwenden, wird für China auch 2020 ein Wirtschaftswachstum erwartet. In China braucht man keine Maske mehr. Die können alle in den Export. Nach Europa, dort sitzen die neuen Masken-Eiferer. Dort muss sogar ein EU-Kommissar zurücktreten, weil er einmal seine Maske vergessen hat.

Noch eine aktuelle Zahl vom Flughafen Stuttgart: Am 30.8.2020 gab es 72 Abflüge. Davon gingen 27 in Corona-Risikogebiete. Im Corona-Testzentrum am Flughafen STR werden täglich ca. 2000 Reiserückkehrer getestet. Davon seien im Durchschnitt 3% positiv. Drei Prozent, das sind 3.000 von 100.000.

HEXAGON Preisliste vom 1.9.2020 (innerhalb Deutschland zuzügl. MwSt.)

EINZELPLATZLIZENZEN	EUR
DI1 Version 1.2 O-Ring Software	190,-
DXF-Manager Version 9.1	383,-
DXFPLOT Version 3.2	123,-
FED1+ V31.0 Druckfederberechnung mit Federdatenbank, Relaxation, 3D, Rechteckdraht, Animat.	695,-
FED2+ V21.7 Zugfederberechnung mit Federdatenbank, Relaxation, Rechteckdraht, ...	675,-
FED3+ V 21.2 Schenkelfederberechnung	600,-
FED4 Version 7.8 Tellerfederberechnung	430,-
FED5 Version 16.5 Kegelstumpffederberechnung	741,-
FED6 Version 17.0 Progressive Zyl. Druckfedern	634,-
FED7 Version 14.1 Nichtlineare Druckfedern	660,-
FED8 Version 7.2 Drehstabfeder	317,-
FED9 Version 6.3 Spiralfeder	394,-
FED10 Version 4.3 Blattfeder beliebiger Form	500,-
FED11 Version 3.5 Federring und Spannhülse	210,-
FED12 Version 2.7 Elastomerefeder	220,-
FED13 Version 4.2 Wellfederscheibe	228,-
FED14 Version 2.5 Schraubenwellfeder	395,-
FED15 Version 1.6 Blattfeder, rechteckig	180,-
FED16 Version 1.3 Konstantkraftfeder	225,-
FED17 Version 1.9 Magazinfeder	725,-
GEO1+ V7.4 Querschnittsberechnung mit Profildatenbank	294,-
GEO2 V3.2 Massenträgheitsmoment rotationssymmetrischer Körper	194,-
GEO3 V3.3 Hertz'sche Pressung	205,-
GEO4 V5.2 Nocken und Kurvenscheiben	265,-
GEO5 V1.0 Malteserkreuztrieb	218,-
GEO6 V1.0 Klemmrollenfreilauf	232,-
GEO7 V1.0 Innenmalteserkreuztrieb	219,-
GR1 V2.2 Getriebebaukasten-Software	185,-
GR2 V1.1 Exzentergetriebe	550,-
HPGL-Manager Version 9.1	383,-
LG1 V6.6 Wälzlagerberechnung m. Datenbank	296,-
LG2 V3.1 Hydrodynamische Radial-Gleitlager nach DIN 31652	460,-
SR1 V23.6 Schraubenverbindungen	640,-
SR1+ V23.6 Schraubenverbindungen incl.Flanschumrechnung	750,-
TOL1 Version 12.0 Toleranzrechnung	506,-
TOL2 V4.1 Toleranzrechnung für Baugruppen	495,-
TOLPASS V4.1 Auslegung von ISO-Passungen	107,-
TR1 V6.2 Trägerberechnung	757,-
WL1+ V21.6 Wellenberechnung mit Wälzlagerauslegung	945,-
WN1 Version 12.3 Auslegung von Zylinder- und Kegelpreßverbänden	485,-
WN2 Version 10.3 Paßverzahnungen mit Evolventenflanken nach DIN 5480	250,-
WN2+ Version 10.3 Paßverzahnungen mit Evolventenflanken DIN 5480 und Sonderverzahnungen	380,-
WN3 Version 6.0 Paßfederverbindungen nach DIN 6892	245,-
WN4 Version 5.1 SAE-Paßverzahnungen mit Evolventenflanken nach ANSI B92.1	276,-
WN5 Version 5.1 Paßverzahnungen mit Evolventenflanken nach ANSI B92.2M und ISO 4156	255,-
WN6 Version 4.1 Polygonprofile P3G nach DIN 32711	180,-
WN7 Version 4.1 Polygonprofile P4C nach DIN 32712	175,-
WN8 Version 2.5 Kerbzahnprofile nach DIN 5481	195,-
WN9 Version 2.4 Keilwellenprofile nach ISO 14, DIN 5471, 5472, 5464, 9611, SAE J499a	170,-
WN10 Version 4.3 Paßverzahnungen mit Evolventenflanken nach DIN 5482	260,-
WN11 Version 2.0 Scheibenederverbindungen DIN 6888	240,-
WN12 Version 1.2 Axialverzahnung (Hirth-Verzahnung)	256,-
WNXE Version 2.2 Paßverzahnungen mit Evolventenflanken – Abmessungen, Grafik, Prüfmaße	375,-
WNXK Version 2.1 Paßverzahnungen mit Kerbflanken – Abmessungen, Grafik, Prüfmaße	230,-
WST1 V10.2 Werkstoffdatenbank St+NE-Metalle	235,-
ZAR1+ Version 26.6 Zahnradgetriebe mit Gerad- und Schrägstirnrädern	1115,-
ZAR2 V8.1 Kegelradgetriebe mit Klingelnberg Zylo-Paloid-Verzahnung	792,-
ZAR3+ V10.4 Zylinderschneckengetriebe	620,-
ZAR4 V6.0 Unrunde Zahnräder	1610,-

ZAR5 V12.2 Planetengetriebe	1355,-
ZAR6 V4.2 Kegelradgetriebe gerad-/schräg-/bogenverzahnt nach Gleason	585,-
ZAR7 V2.1 Plus-Planetengetriebe	1380,-
ZAR8 V1.7 Ravigneaux-Planetengetriebe	1950,-
ZAR9 V1.0 Schraubradgetriebe	650,-
ZARXP V2.6 Evolventenprofil – Berechnung, Grafik, Prüfmaße	275,-
ZAR1W V2.4 Zahnradabmessungen, Toleranzen, Prüfmaße, Grafik	450,-
ZM1 V2.5 Kettengetriebe und Kettenräder	326,-

PAKETE	EUR
HEXAGON-Maschinenbaupaket (TOL1, ZAR1+, ZAR2, ZAR3+, ZAR5, ZAR6, WL1+, WN1, WN2+, WN3, WST1, SR1+, FED1+, FED2+, FED3+, FED4, ZARXP, TOLPASS, LG1, DXFPLOT, GEO1+, TOL2, GEO2, GEO3, ZM1, WN6, WN7, LG2, FED12, FED13, WN8, WN9, WN11, DI1, FED15, WNXE, GR1)	8.500,-
HEXAGON Maschinenbau-Basispaket (ZAR1+, ZAR3+, ZAR5, ZAR6, WL1+, WN1, WST1, SR1+, FED1+, FED2+, FED3+)	4.900,-
HEXAGON-Stirnradpaket (ZAR1+ und ZAR5)	1.585,-
HEXAGON-Planetengetriebepaket (ZAR1+, ZAR5, ZAR7, ZAR8, GR1)	3.600,-
HEXAGON-Zahnwellenpaket (WN2+, WN4, WN5, WN10, WNXE)	1.200,-
HEXAGON-Grafikpaket (DXF-MANAGER, HPGL-MANAGER, DXFPLOT)	741,-
HEXAGON-Schraubenfederpaket (best. aus FED1+, FED2+, FED3+, FED5, FED6, FED7)	2.550,-
HEXAGON Feder-Gesamtpaket (best. aus FED1+ 2+, 3+, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)	4.985,-
HEXAGON-Toleranzpaket (best. aus TOL1, TOL1CON, TOL2, TOLPASS)	945,-
HEXAGON-Komplettpaket (alle 64 Module)	14.950,-

Rabatt für Mehrfachlizenzen:

Anz.Lizenzen	2	3	4	5	6	7	8	9	>9
Rabatt %	25%	27.5%	30%	32.5%	35%	37.5%	40%	42.5%	45%

Aufpreis / Rabatt für Floating-Netzwerklicenz:

Anz.Lizenzen	1	2	3	4	5	6	7..8	9..11	>11
Rabatt/Aufpreis	-50%	-20%	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%

(negativer Rabatt bedeutet Aufpreis)

Updates	EUR
Update für Win32/64 (als zip-Datei mit pdf-Handbuch)	40,-
Update 64-bit Windows	50,-

Update Maschinenbaupaket: 800 EUR, Update Komplettpaket: 1200 EUR

Wartungsvertrag für kostenlose Updates: 150 EUR + 40 EUR je Programm pro Jahr

◆ Upgrades:

Bei Upgrades auf Plus-Versionen oder von Einzelplatz auf Netzwerk oder von Einzelprogrammen auf Programmpakete wird der Kaufpreis der ersetzten Lizenz zu 75% angerechnet.

◆ Netzwerklizenzen:

Software wird nur einmal auf dem Netzlaufwerk installiert und von dort gestartet. Bei Floating-Lizenzen überwacht der integrierte Lizenzmanager die Anzahl der gleichzeitig geöffneten Programme.

◆ Lieferungs- und Zahlungsbedingungen:

Lieferung per Internet (Email/Download) kostenfrei, oder auf CD-ROM in Deutschland 10 Euro, Europa 25 Euro, Welt 60 EUR. Bei schriftlicher Bestellung von Firmen und staatlichen Behörden Lieferung gegen Rechnung (Freischaltung nach Zahlungseingang), sonst per Paypal (paypal.me/hexagoninfo) oder Vorauszahlung. Zahlung : 10 Tage 2% Skonto, 30 Tage netto, Vorauszahlung 2% Skonto.

◆ Freischaltung

Bei der Installation generiert die Software eine E-Mail mit Maschinencodes. Die Email senden Sie an HEXAGON und erhalten daraufhin die Freischaltcodes (Voraussetzung: Zahlungseingang).

HEXAGON Industriesoftware GmbH

Stiegelstrasse 8 D-73230 Kirchheim-Teck Tel.0702159578 Fax 07021 59986
 Kieler Strasse 1A D-10115 Berlin Mühlstr.13 D-73272 Neidlingen
 Mobil: 0163-7342509 E-Mail: info@hexagon.de Web : www.hexagon.de