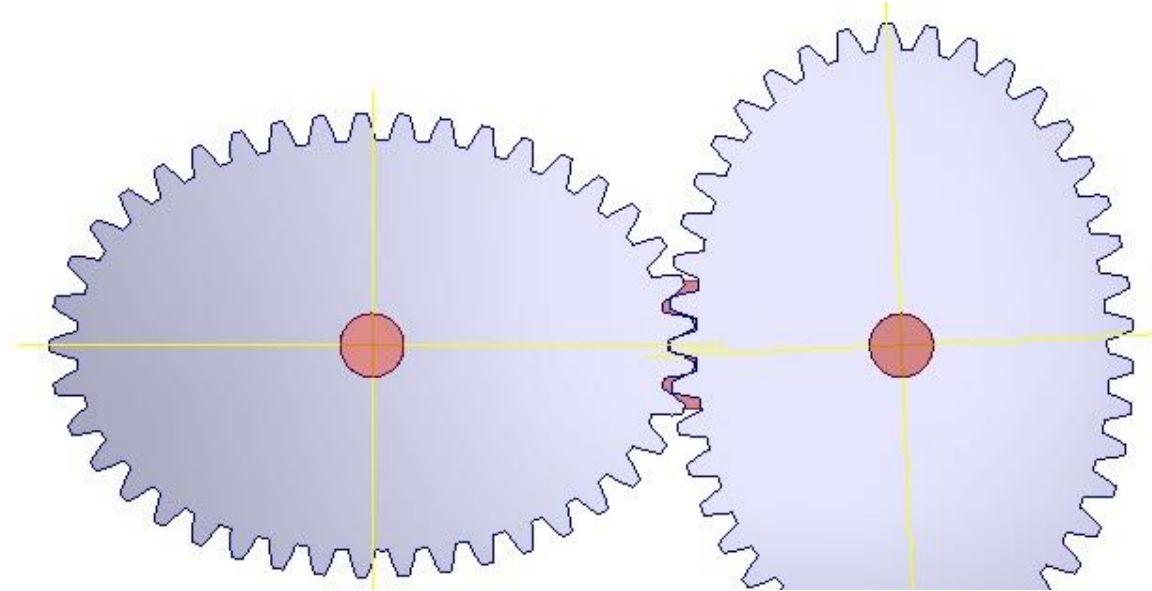


Ovales Zahnrad mit Excel und Autodesk Inventor

Anleitung zur Konstruktion eines Zahnradgetriebes mit **ovalen Zahnrädern**, welches pro voller Umdrehung mit einem Drehzahlverhältniss i von **2:1 bis 1:2** variiert!

1. **Inventor**: Neues Projekt „**Ovales-Zahnrad**“

- a) Projektordner im Ordner „**Ovales-Zahnrad**“ erstellen und speichern.



2. **Excel**: Koordinatenpunkte berechnen

- a) Excel öffnen und alle Werte gemäss unterem Bild in die **Tabelle1** eingeben:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ovales Zahnrad						
3	Konstanten			Formeln			
4	a=	34.3		phi=	alpha/180*Pi()		
5	b=	48.505		Radius=	2*b/((b/a+1)-(b/a-1)*cos(2*phi))		
6				x=	Radius*sin(phi)		
7				y=	Radius*cos(phi)		
9	alpha	phi	Radius			x	y
10	0						
11	10						
12	20						
42	320						
43	330						
44	340						
45	350						
46	360						

- b) Die Zahlenfelder **a**, **b**, und die Bereiche (Zeile 10 bis 46) von **alpha**, **phi** und **Radius** sind mit diesen Namen zu definieren: **Formeln > Namen definieren**

- c) Nun können die Werte **phi** (Winkel im Bogenmass), der **Radius** (Teilkreisradius des Zahnrads als Funktion des Winkels) und daraus die **x**- und **y**- Koordinaten gemäss den Formeln berechnet werden (Bild links).
- d) Die x- und y- Werte müssen nun in eine **neue Excel-Tabelle** (Bild rechts) kopiert werden (**nur Werte kopieren**) und das neue Blatt dann an die **erste Position in der Excel-Datei abgespeichert** werden.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ovales Zahnrad						
2							
3	Konstanten			Formeln			
4	a=	34.3		phi=	alpha/180*Pi()		
5	b=	48.505		Radius=	2*b/((b/a+1)-(b/a-1)*cos(2*phi))		
6				x=	Radius*sin(phi)		
7				y=	Radius*cos(phi)		
8							
9	alpha	phi	Radius			x	y
10	0	0.00	48.51			0.00	48.51
11	10	0.17	47.91			8.32	47.18
12	20	0.35	46.26			15.82	43.47
13	30	0.52	43.95			21.98	38.07
14	40	0.70	41.42			26.62	31.73
15	50	0.87	39.02			29.89	25.08
16	60	1.05	37.01			32.05	18.50
17	70	1.22	35.52			33.37	12.15
18	80	1.40	34.61			34.08	6.01
19	90	1.57	34.30			34.30	0.00
20	100	1.75	34.61			34.08	-6.01
21	110	1.92	35.52			33.37	-12.15
22	120	2.09	37.01			32.05	-18.50
23	130	2.27	39.02			29.89	-25.08
24	140	2.44	41.42			26.62	-31.73
25	150	2.62	43.95			21.98	-38.07
26	160	2.79	46.26			15.82	-43.47
27	170	2.97	47.91			8.32	-47.18
28	180	3.14	48.51			0.00	-48.51
29	190	3.32	47.91			-8.32	-47.18
30	200	3.49	46.26			-15.82	-43.47
31	210	3.67	43.95			-21.98	-38.07
32	220	3.84	41.42			-26.62	-31.73
33	230	4.01	39.02			-29.89	-25.08
34	240	4.19	37.01			-32.05	-18.50
35	250	4.36	35.52			-33.37	-12.15
36	260	4.54	34.61			-34.08	-6.01
37	270	4.71	34.30			-34.30	0.00
38	280	4.89	34.61			-34.08	6.01
39	290	5.06	35.52			-33.37	12.15
40	300	5.24	37.01			-32.05	18.50
41	310	5.41	39.02			-29.89	25.08
42	320	5.59	41.42			-26.62	31.73
43	330	5.76	43.95			-21.98	38.07
44	340	5.93	46.26			-15.82	43.47
45	350	6.11	47.91			-8.32	47.18
46	360	6.28	48.51			0.00	48.51

	A	B
1	mm	mm
2	x	y
3	0.000	48.505
4	8.319	47.179
5	15.823	43.474
6	21.977	38.065
7	26.623	31.728
8	29.892	25.083
9	32.051	18.505
10	33.375	12.147
11	34.080	6.009
12	34.300	0.000
13	34.080	-6.009
14	33.375	-12.147
15	32.051	-18.505
16	29.892	-25.083
17	26.623	-31.728
18	21.977	-38.065
19	15.823	-43.474
20	8.319	-47.179
21	0.000	-48.505
22	-8.319	-47.179
23	-15.823	-43.474
24	-21.977	-38.065
25	-26.623	-31.728
26	-29.892	-25.083
27	-32.051	-18.505
28	-33.375	-12.147
29	-34.080	-6.009
30	-34.300	0.000
31	-34.080	6.009
32	-33.375	12.147
33	-32.051	18.505
34	-29.892	25.083
35	-26.623	31.728
36	-21.977	38.065
37	-15.823	43.474
38	-8.319	47.179
39	0.000	48.505

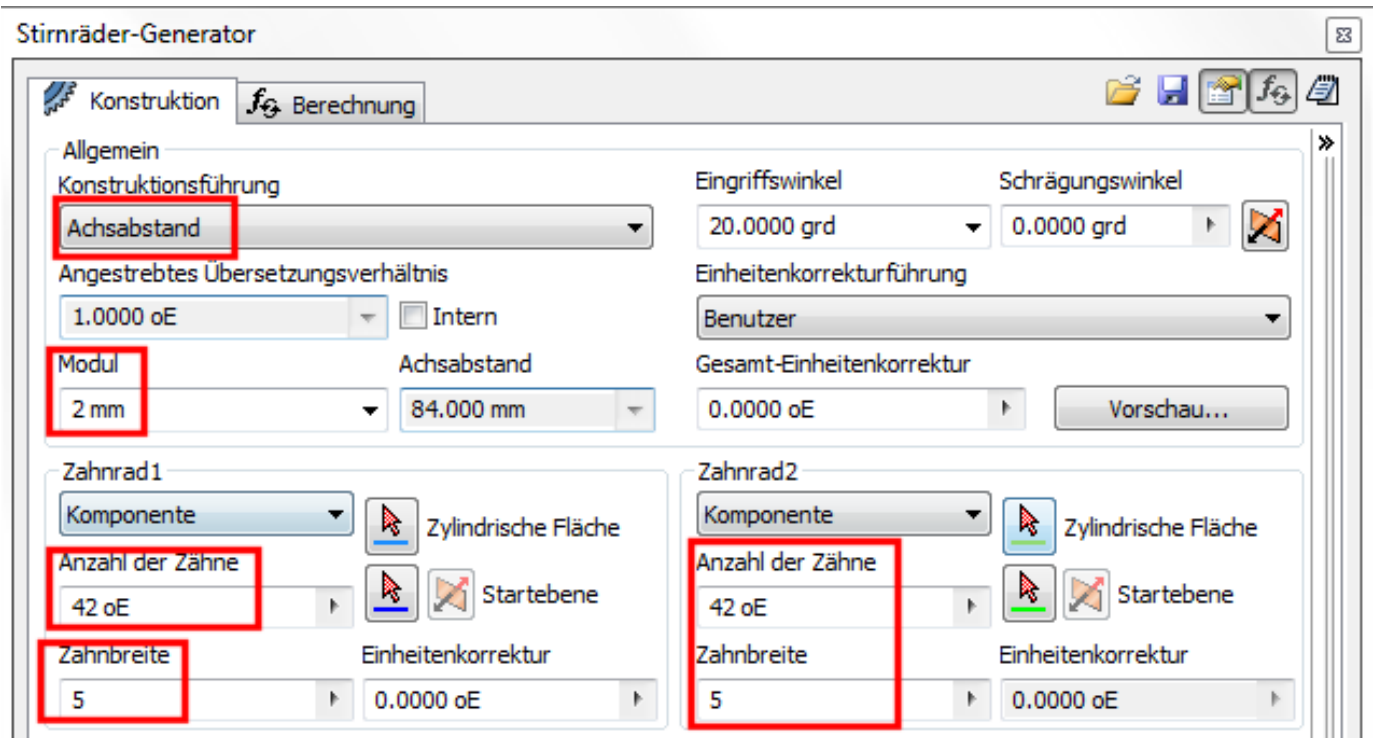
- e) Die Excel-Datei mit dem Namen „**Berechnungen**“ in den **Projektordner „Ovales-Zahnrad“** von Inventor abspeichern und Excel schliessen.

3. Inventor: Zahngeometrie erzeugen

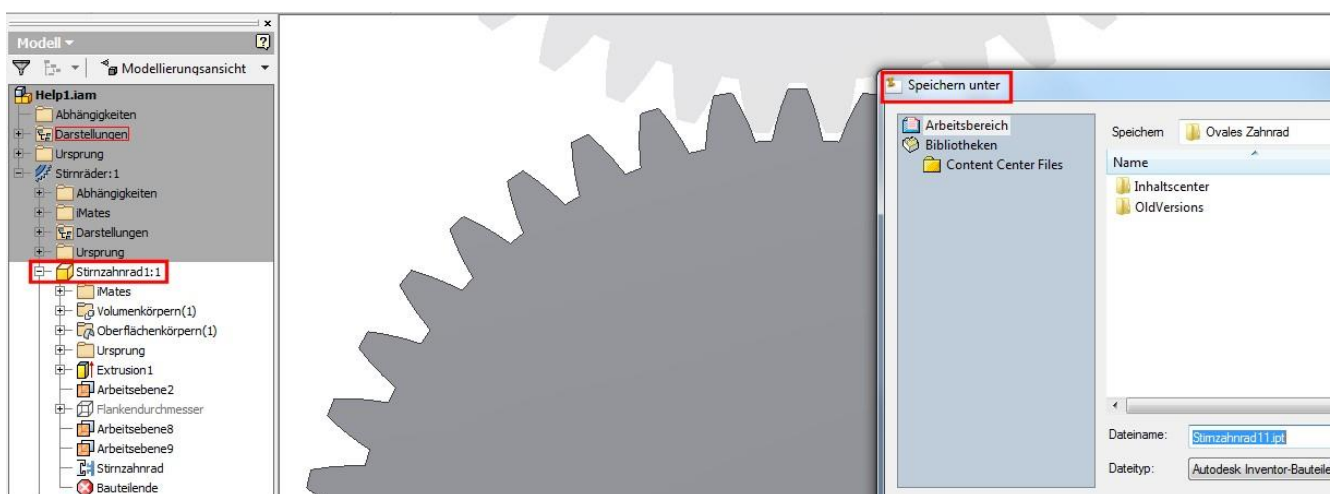
Das Zahnrad soll mit dem **Modul 2 mm**, mit **42 Zähnen** und der **Dicke 5mm** erstellt werden. Damit die Zahnform etwa stimmt, entnehmen wie diese einem gewöhnlichen Stirn-Zahnrad, welches wir mit dem Konstruktionsassistenten erzeugen.

Vorgehen:

- Eine neue Baugruppen-Zeichnung (Assembly) erstellen und als „**Temp.iam**“ speichern.
- Darin mit dem **Konstruktionsassistenten** 2 Stirnräder mit den folgenden Werten erzeugen:

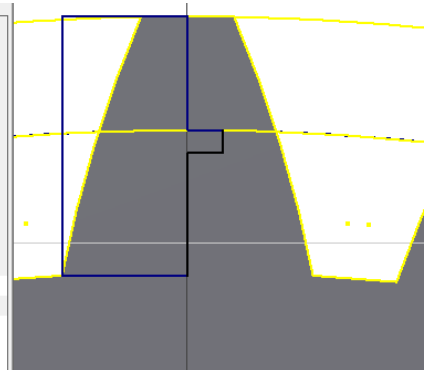
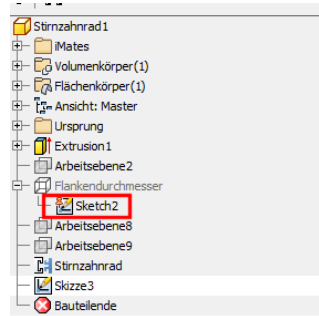
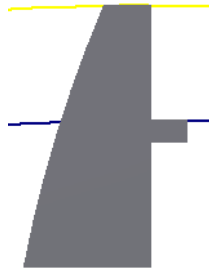


- Auf das **Stirnzahnrad1** wechseln und als **Stirnzahnrad11** im Arbeitsbereich speichern und die Baugruppe **Temp.iam** ohne zu speichern schliessen (wird nicht mehr gebraucht).



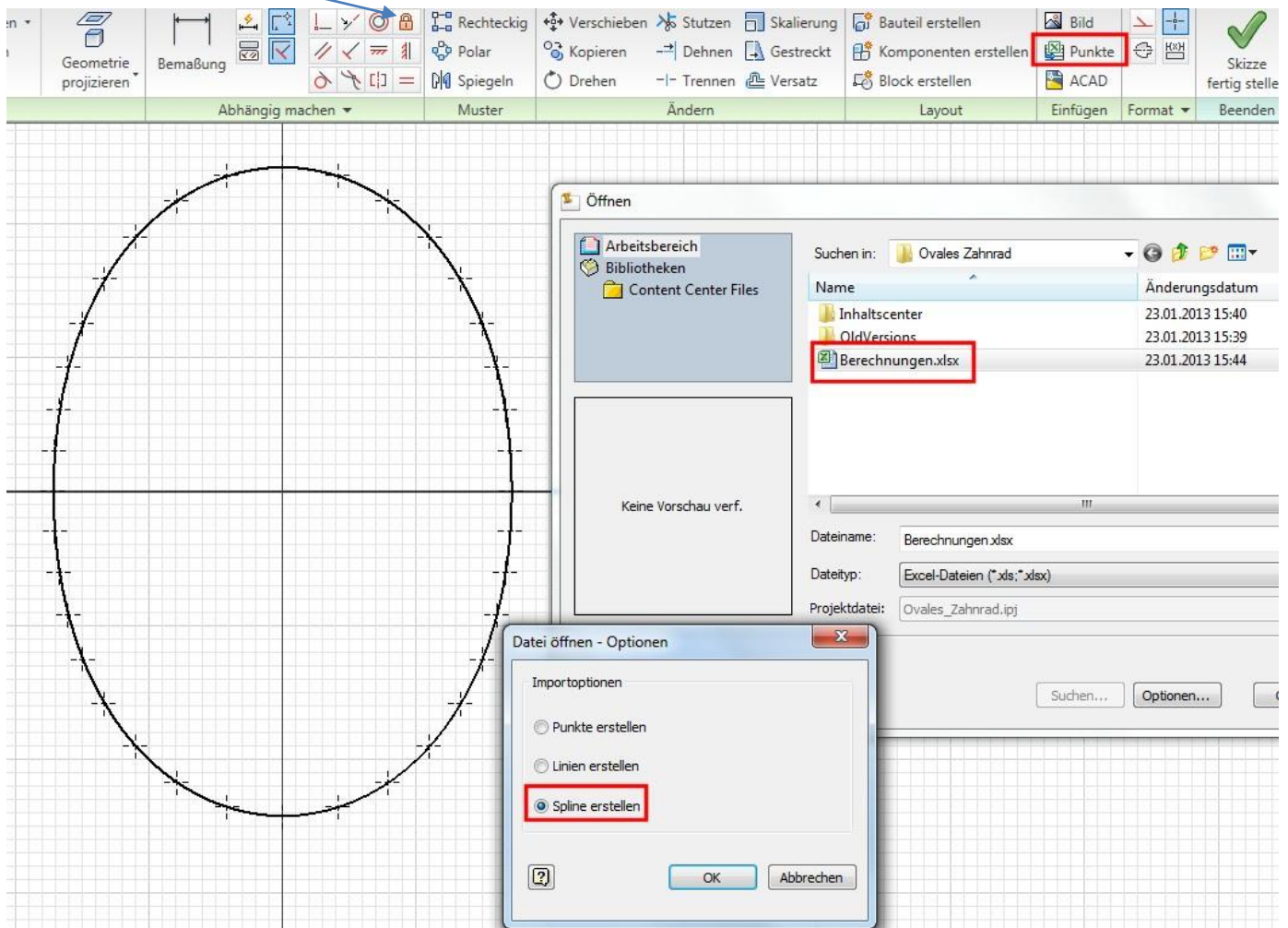
Halber Zahn, wie in der Abbildung ausschneiden

- Die Zeichnung „**Stirnrad11**“ einfügen, ausrichten und die Skizze2 sichtbar machen.
- Auf einer neuen Skizze ein Rechtecke zeichnen.
Das kleine Rechteck dient der späteren genauen Positionierung!
- Extrusion als Schnittmenge** erzeugen.
- Stirnrad11.ipt** erneut speichern.

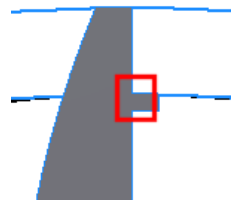


4. Inventor: Oval-Zahnrad erzeugen

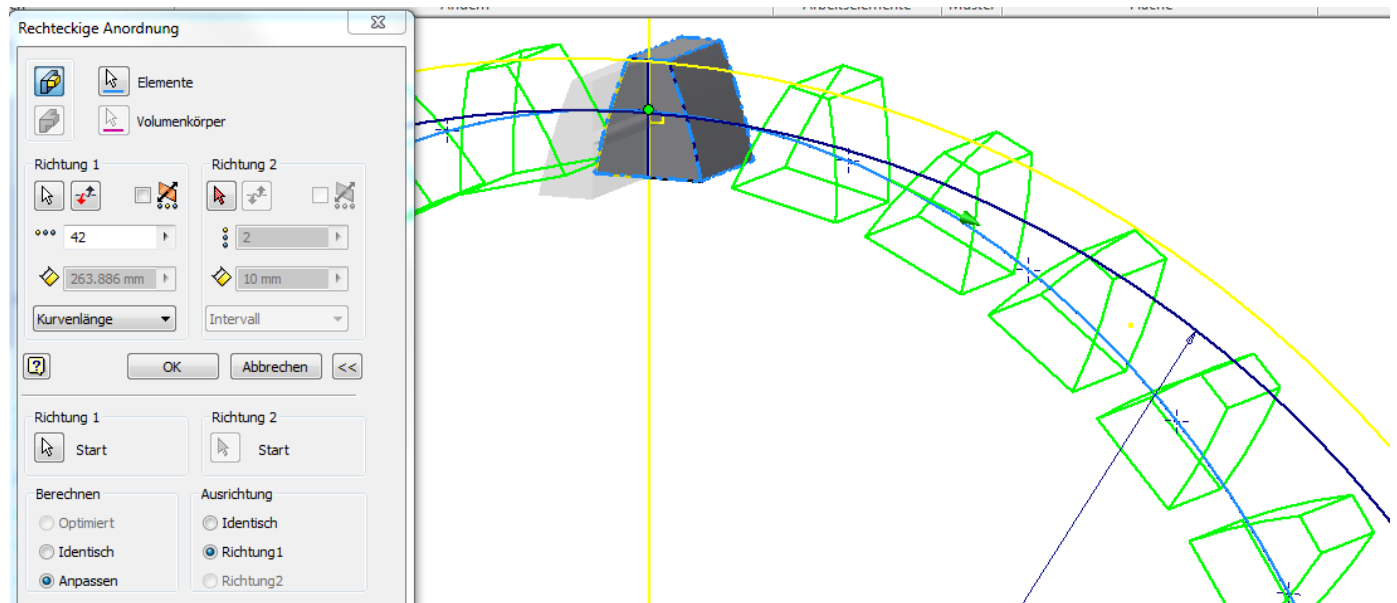
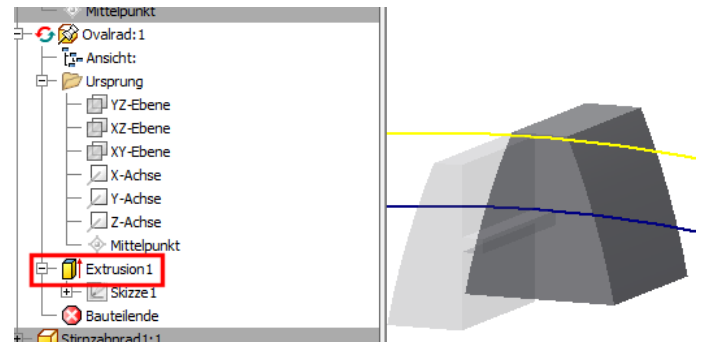
- Eine neue Baugruppe erstellen und als „**Getriebe.iam**“ speichern
- Darin das Teil „**Ovalrad.ipt**“ auf die x/y-Ebene erstellen und ebenfalls auf die x/y-Ebene eine Skizze erzeugen.
- In der Skizze die **x- und y-Achsen projizieren**.
- Den Teilkreis des Oval-Zahnrades aus den Ellipsenpunkten der Excel-Liste als **Spline** generieren
- Die Punkte **fixieren**, Skizze beenden. (→ siehe untenstehende Figur)



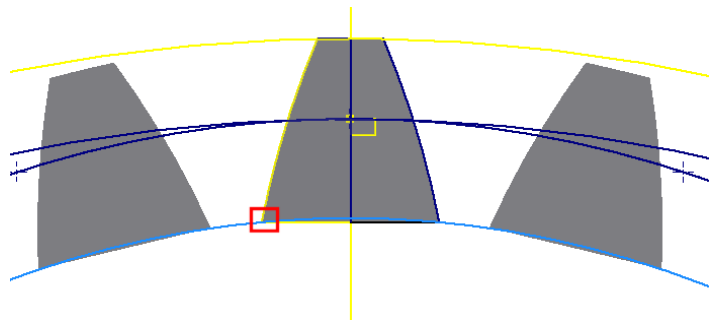
- In die Baugruppe zurückwechseln.
- Platzieren des Teils **Stirnrad11.ipt** in dieselbe Baugruppe und die Zahnhälfte nach Auge genau auf das Oval ausrichten.
- In die **Skizze des Ovalrads** wechseln. Den ersten Zahn durch projizieren und spiegeln der Zahnhälfte erzeugen. **Extrusionsdicke = 5 mm** nach hinten.



- i) Die Adaptivität bei der Extrusion1 entfernen
- j) **Skizze1** wiederverwenden → Oval wird sichtbar.
- k) Zahn vervielfältigen: **Rechteckige Anordnung**, Richtung1 ist das Oval, übrige Werte wie abgebildet eingeben. OK.

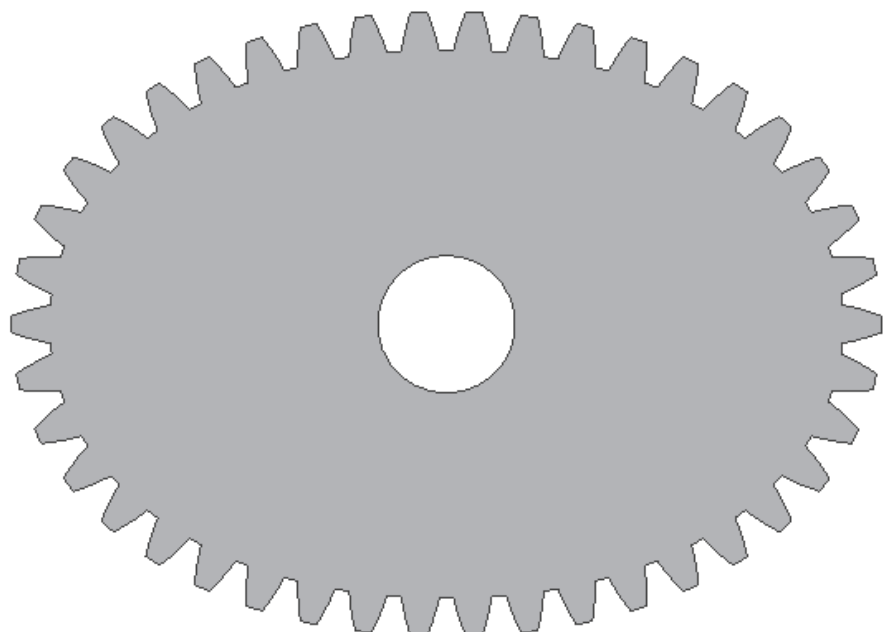


- l) Neue Skizze auf den obersten Zahn legen.
- m) **Oval projizieren** und **versetzen**, **koinzident** zum Zahn.
- n) Inneres Oval mit „**Bis**“ hinten **extrudieren**,
- o) **Skizze1 unsichtbar** setzen.



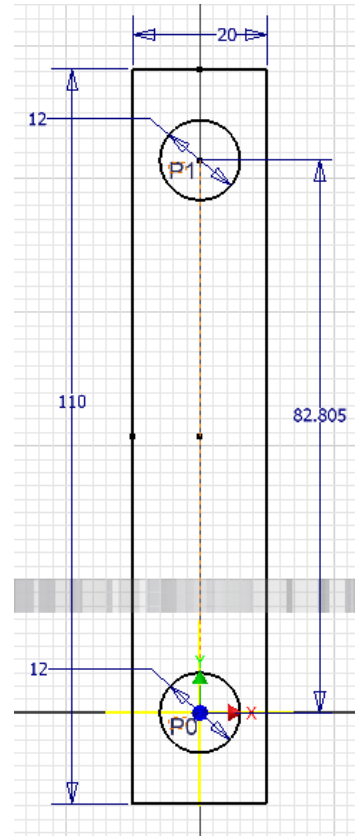
- p) **Zentrumsbohrung** **d=14 mm** erzeugen (Kreis extrudieren).

- q) **Ovalrad abspeichern** und
- r) in die Baugruppe „**Getriebe**“ wechseln.
- s) **Stirnrad11** aus der Baugruppe **löschen**.
- t) Beim Ovalrad die **Adaptivität ausschalten** und die Fixierung lösen.



5. Inventor: rote Halterung erzeugen

- Im Zusammenbau „**Getriebe.iam**“ die Teilezeichnung „**Halter.ipr**“ in der x/y-Ebene erstellen.
- Projizieren** der x- und der y-Achsen
- Konstruktionslinie** von Punkt P₀ [0 / 0] bis P₁ [0 / (48.505 + 34.3)] = der Summe der Halbachsen zeichnen.
- Kreise** mit **d=12** in den Endpunkten und **Rechteck 20 x 110** zentriert zeichnen
- Rechteck nach **hinten** mit **5 mm** extrudieren
- Skizze wiederverwenden**
- Kreise nach **vorne** mit **10 mm** extrudieren
- Skizze1 unsichtbar setzen
- Material **rot (klar)** definieren: **Verwalten > Stil-Editor > Farbe**



6. Inventor: Getriebe zusammenbauen

- Ovalrad zwei Mal in die Baugruppe einfügen.
1. Ovalrad auf die untere Achse, 2. Ovalrad auf die obere Achse montieren.
- Von Auge ausrichten
- Winkelabhängigkeit zur Halterung mit Wi1 und Wi2 definieren
- Animation: „**Bauteil nach Abhängigkeit bewegen**“

>> Hinweis:

Wi2 = f(Wi1), wobei die Winkelgeschwindigkeit von W2 nicht konstant ist, ist doch das Radiusverhältnis 1: 2 und damit auch die Winkelgeschwindigkeit entsprechend.

Finden Sie den Algorithmus und ersetzen Sie **-Wi1** durch Ihre Formel!

Funktioniert es nun korrekt?? :-)

