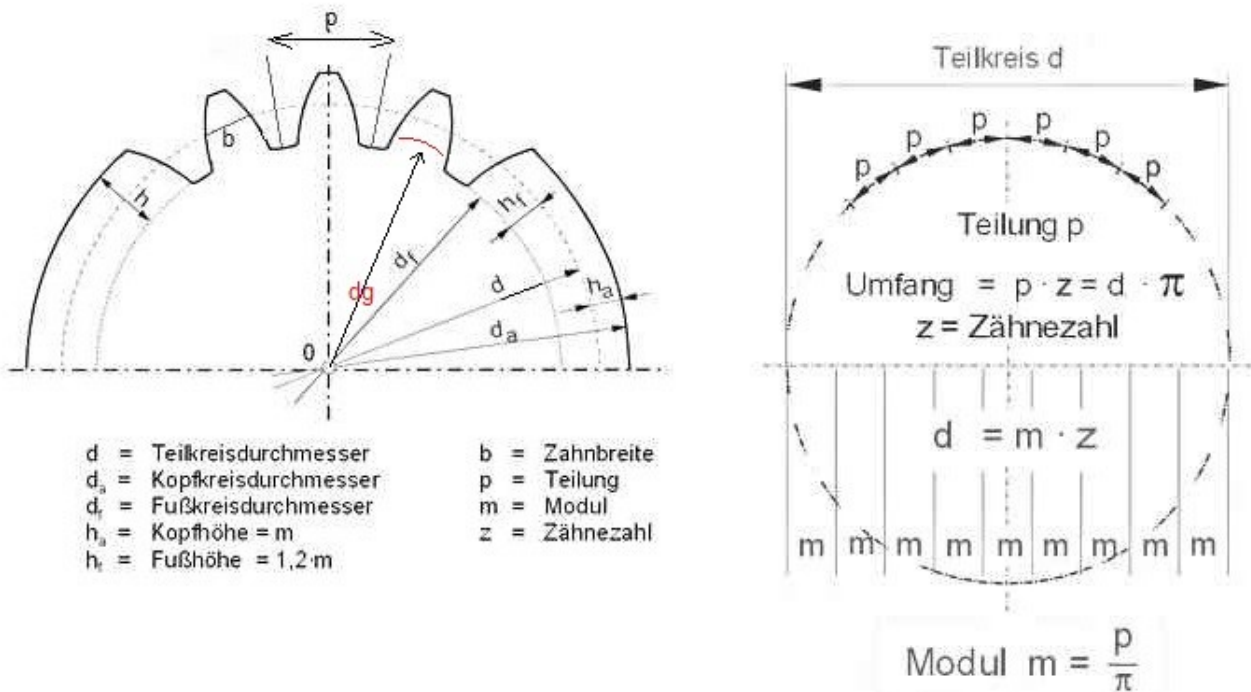


Außenverzahnter Stirnrad

Für Erzeugung des Zahnrades Notwendige Zahnradmaße:

- **Modul**, Formelzeichen „m“, Formel „ $m = d/z$ “
- **Teilung**, Formelzeichen „p“, Formel „ $p = 3,14159 \cdot m$ “
- **Teilkreisdurchmesser**, Formelzeichen „d“, Formel „ $d = m \cdot z$ “
- **Kopfkreisdurchmesser**, Formelzeichen „da“, Formel „ $d_a = m \cdot (z+2)$ “
- **Fußkreisdurchmesser**, Formelzeichen „df“, Formel „ $d_f = d - 2 \cdot h_a$ (Zahnfußhöhe)“
- **Grundkreisdurchmesser**, Formelzeichen „dg“, Formel „ $d_g = d \cdot \cos \alpha$ (20°)“
- **Zahnhöhe**, Formelzeichen „h“, Formel „ $h = 2 \cdot m + c$ (Kopfspiel)“
- **Zahnkopfhöhe**, Formelzeichen „ha“, Formel „ $h_a = m$ “
- **Zahnfußhöhe**, Formelzeichen „hf“, Formel „ $m + c$ “
- **Druckwinkel** = $\cos 20^\circ$

Abb1 Zahnradmaße (Mindestdaten)visuell



Ziel des Projektes ist es, einen Außen-verzahnten Stirnrad mit Geradverzahnung im 2D Modus zu zeichnen, den 2D- Zahnrad ins 3D Modus zu übertragen und dort aus einer 2D- Zahnradzeichnung einen 3D- Zahnrad zu erzeugen.

Folgende Angaben stehen zur Verfügung (bzw. müssen raus gerechnet werden):

- Modul = 2 mm
- Teilung = 6,283 mm
- Teilkreisdurchmesser = 60 mm
- Kopfkreisdurchmesser = 64 mm
- Fußkreisdurchmesser = 55,6 mm
- Grundkreisdurchmesser = 56,38 mm
- Anzahl der Zähne = 30 St.
- Winkelangabe = 3° bei 120 Hilfslinien
- Zahnbreite = $p/2$
- Zahnhöhe = 4,2 mm
- Zahnkopfhöhe = 2 mm
- Zahnfußhöhe = 2,2 mm

1. Datei speichern

Datei → Modell Neu → CADdy Example.tpl mit DK (Doppelklick) wählen → Datei → Speichern unter → z.B. Außenverzahnter Stirnrad im Speicherfenster eingeben.

2. Teil/Grund/Kopf/Fußkreis im 2D Modus erzeugen

Teilkreis: Hilfskonstruktionen → Kreis dynamisch → $x = 150, y = 150$, Durchm. 1 = 60 im SF (*Statusfenster*) eingeben (**Teilkreis** wird erzeugt)

Grundkreis: Hilfskonstruktionen → Kreis dynamisch → MMT (*Mittlere Maustaste*)- Mittelpunkt → zuvor erzeugten Teilkreis identifizieren → Durchm. 1 = 56,38 im SF (*Statusfenster*) eingeben (**Grundkreis** wird erzeugt)

Kopfkreis: Zeichnen → Kreis dynamisch → MMT (*Mittlere Maustaste*)- Mittelpunkt → zuvor erzeugten Teilkreis identifizieren → Durchm. 1 = 64 im SF eingeben (**Kopfkreis** wird erzeugt)

Mittellinien → Mittenkreuz zu Kreis → den zuvor gezeichneten Kopfkreis mit dem Durchmesser = 64 mm identifizieren

Fußkreis: Zeichnen → Kreis dynamisch → MMT- Mittelpunkt → zuvor erzeugten Teilkreis identifizieren → Durchm. 1 = 55,6 im SF eingeben (**Fußkreis** wird erzeugt)

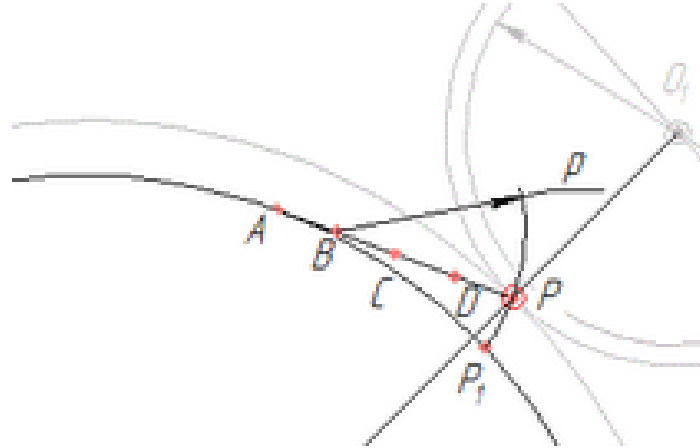
3. Hilfslinien für Erzeugung der Zahnradzähne erzeugen

Hilfskonstruktionen → Strecke → MMT- Mittelpunkt Teilkreis identifizieren → Winkel = 84° , Länge = 32 mm im SF eingeben (die erste von 60 Hilfslinien wird erzeugt)

Transformieren → Multiplizieren mit Kreisteilung → MMT- Mittelpunkt → einen der Kreise identifizieren → in die Kreisfläche klicken → noch einmal klicken → Anzahl der Teilungen = 59

im SF eingeben – die zuvor mit 84° erzeugte Hilfslinie identifizieren (alle 60 Hilfslinien werden automatisch erzeugt)

4. den ersten Zahn erzeugen



Hilfskonstruktionen → Kreis dynamisch → ins freie Zeichnungsfläche klicken → Murchm. 1 = 60 im SF eingeben

Mittellinien → Mittenkreuz zu Kreis → den zuvor gezeichneten Hilfskreis mit dem Durchmesser = 60 mm identifizieren

Zeichnen → Punkt → MMT- Schnittpunkt → den zuvor gezeichneten Hilfskreis mit dem Durchmesser = 60 mm an untersten Stelle identifizieren.

Zeichnen → Punkt → MMT- Schnittpunkt → den Teilkreis mit dem Durchmesser = 60 mm an obersten Stelle identifizieren.

Transformieren → dynamisch verschieben → Hilfskreis mit dem Durchmesser = 60 mm definieren → MMT- Punkt, den Punkt des Hilfskreises identifizieren → MMT- Punkt, den Punkt des Teilkreises identifizieren (die Kreise werden übereinander positioniert)

Hilfskonstruktionen → Strecke → MMT- Tangential an → den Grundkreis identifizieren → MMT- Tangential an → den Hilfskreis identifizieren

Zeichnen → Punkt → MMT- Endpunkt, die zuvor tangential gezeichnete Strecke links identifizieren (Endpunkt wird positioniert) → MMT- Schnittpunkt, die zuvor tangential gezeichnete Strecke rechts an dem Teilkreis identifizieren (Schnittpunkt wird positioniert)

Punkte mit a und P kennzeichnen → die Strecke zwischen **a** und **P** bemaßen (= 10,26 mm)

Hilfskreis sowie Reststrecke (rechte Seite) nach dem Punkt- P löschen

b- Punkt auf der aP Strecke positionieren (10,26 mm durch vier teilen = 2,565mm) → zeichnen → Punkt → MMT- Relativ zu Fußpunkt → 2,565 im SF eingeben → den Punkt mit Buchstaben **b** kennzeichnen

b und P Strecke bemaßen (= 7,7mm)

Radius-Eingabe in Einstellungen, Register 2D- Zeichen auswählen → Hilfskreis aus dem Punkt b mit dem Radius 7,7mm zeichnen

Zeichnen → Bogen dynamisch → MMT- Punkt → b- Punkt identifizieren → Radius = 7,7 mm im SF eingeben → den Bogen zwischen Schnittpunkt Hilfskreis/Grundkreis und P- Punkt zeichnen (siehe Video)

Hilfskreis löschen

Zeichnen → Bogen dynamisch → MMT- Punkt → a- Punkt identifizieren → Radius = 10,26 mm im SF eingeben → den Bogen zwischen Kopfkreis und P- Punkt zeichnen (siehe Video)

Zeichnen → Strecke → MMT- Mittelpunkt → einen der Kreise identifizieren → MMT- Endpunkt → die Strecke zwischen P- Punkt und Grundkreis unten identifizieren → überstehende Linien mit 2D- Objekte bearbeiten, Unterbrechen/Kürzen entfernen

Weitere nicht benötigte Objekte bei Bedarf löschen

Wichtig ist die Überprüfung der erzeugten Teillinien (Strecken) des Zahnes (ob sie geschlossen oder nicht geschlossen sind)! Mit Ansicht solange vergrößern, bis die Unterbrechungsstelle sichtbar ist und dann mit „2D- Objekte bearbeiten → Verbinden“, die Unterbrechung schließen!

5. Den Zahn/die Zähne spiegeln

Transformieren → Spiegeln mit Kopie → MMT- Mitte zwei Punkte, MMT- Schnittpunkt → den Schnittpunkt am Fußkreis sowie der Hilfslinie beim 84° identifizieren → MMT- Schnittpunkt → den Schnittpunkt am Fußkreis sowie der Hilfslinie bei 90° identifizieren

MMT- Mitte zwei Punkte, MMT- Schnittpunkt → den Schnittpunkt am Kopfkreis sowie der Hilfslinie beim 84° identifizieren → MMT- Schnittpunkt → den Schnittpunkt am Kopfkreis sowie der Hilfslinie bei 90° identifizieren → Rechte- Zahnseitenteile 3x identifizieren (der Zahn wird erstellt)

Ganze Zähne mit gleicher Vorgehensweise spiegeln (siehe Video) bis alle 30 Zähne komplett und gleichmäßig auf dem Zahnrad verteilt sind (zur Überprüfung die Zähne nummerieren oder zählen)--

Mittellinien, Hilfslinien sowie Fuß/Kopflinien (Nur die gespiegelten /siehe Video) mit Objekt Löschen entfernen

Zahnräder endgültig zeichnen (Fuß/Kopflinien an den richtigen Stellen kürzen und runden)

2D- Objekte bearbeiten → Unterbrechen/Kürzen → den ganzen Zahnrad definieren → die Teilstrecken des Kopfkreises sowie Fußkreises zwischen den Zähnen identifizieren (endgültiger Zahnrad wird erzeugt)

Wenn notwendig, Frästiefen oder Zahnradzähne an den Ecken mit 0,2 mm (oder mit einem anderen Wert) runden .

6. Bohrung zeichnen

Zeichnen → Kreis dynamisch → MMT- Mittelpunkt → zuvor erzeugten Teilkreis identifizieren → Durchm. 1 = 15 im SF eingeben (**Bohrung** wird erzeugt)

7. Nut für Passfeder zeichnen

Hilfskonstruktionen → Strecke → MMT- Mittelpunkt → Bohrung identifizieren → Winkel 180° und Länge = 7,5 im SF eingeben (Mittlere Hilfsstrecke wird erzeugt) → Winkel f. Obere Hilfsstrecke ausrechnen (Sinus Alpha = Gegenkathete / Hypotenuse): $3\text{mm} / 7\text{mm} = 0,4$ → SHIFT sin = $23,58^\circ$ → Strecke → MMT- Mittelpunkt → Bohrung identifizieren → Winkel $180^\circ - 23,58$ und Länge = 7,5 im SF eingeben (Obere Strecke Hilfsstrecke wird erzeugt) → MMT- Mittelpunkt → Bohrung identifizieren → Winkel $180^\circ + 23,58$ und Länge = 7,5 im SF eingeben (Untere Hilfsstrecke wird erzeugt).

Zeichnen → Strecke → MMT- Schnittpunkt → Obere Hilfslinie am Kreiskontur identifizieren → Taste h zweimal tippen Länge = 2,5 mm im SF eingeben. Strecke → MMT- Schnittpunkt → Untere Hilfslinie am Kreiskontur identifizieren → Taste **h** zweimal tippen Länge = 2,5 mm im SF eingeben → MMT- Endpunkt die Spitze der zuvor gezeichneten Teilstrecke identifizieren → MMT- Endpunkt die Spitze der davor gezeichneten Teilstrecke (obere Hilfsstrecke) identifizieren

2D – Objekte bearbeiten → Unterbrechen/Kürzen → Bohrung samt frisch-gezeichneten Nut definieren → den Teilkreis zwischen $156,42^\circ$ und $203,58^\circ$ sowie Hilfslinien entfernen.

8. Den Zahnrad ins 3D Modus übertragen

Transformieren → Dynamisch kopieren → den ganzen Zahnrad definieren → in die Zeichnungsfläche neben den Zahnrad klicken – Tab – Srg gleichzeitig drücken (Wechsel ins 3D Modus) → den Zahnrad frei positionieren.

9. 3D Zahnrad erzeugen

Achtung! Alle Strecken und Linien müssen geschlossen sein, um einen Körper erzeugen zu können! Mann erkennt das an Warndreiecken in den Strecken in 3D- Modus.

Sind alle Strecken (**keine Warndreiecke sichtbar**) geschlossen dann kann der 3D- Körper erzeugt werden (siehe folgende Vorgehensweise)

Festkörper → Schiebekörper – Z → Den Zahnrad definieren → in die zu erzeugende Fläche rein klicken entsprechende Höhe im SF eingeben (3D Zahnrad fertig)

2D Bereich löschen und das Objekt beliebig weiter bearbeiten.

Sind die Strecken unterbrochen, dann zurück ins 2D- Modus und den Zahnrad ab Schritt 3 (4. den ersten Zahn erzeugen) nochmal zeichnen!