

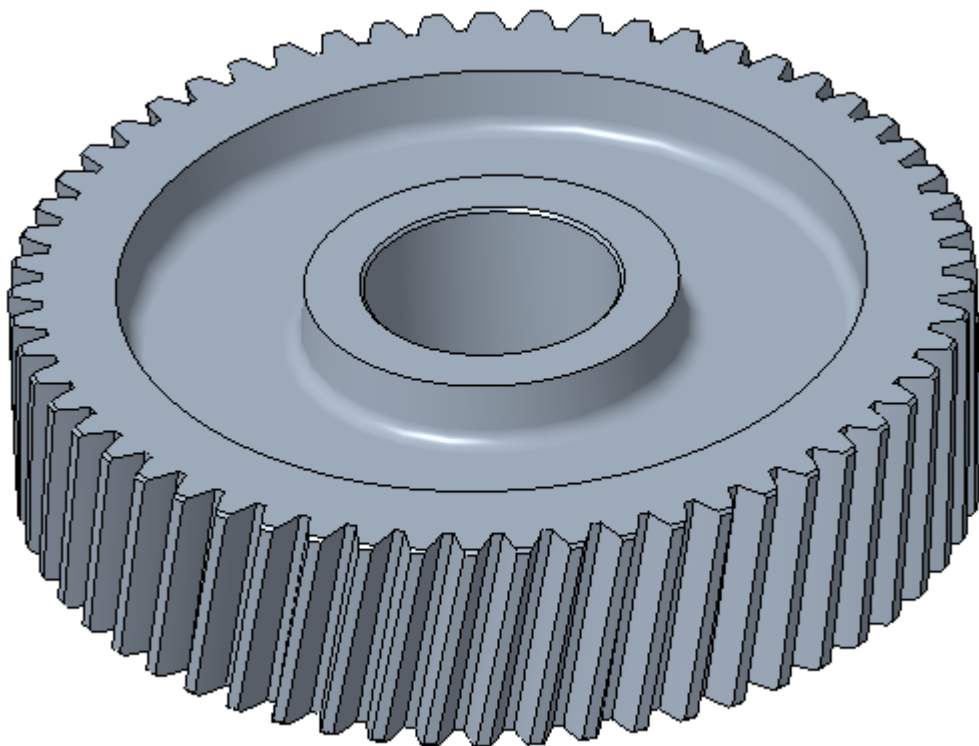


TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ



PROFESSUR
MASCHINENELEMENTE UND
PRODUKTENTWICKLUNG

Prof. Dr. sc. ETH Alexander Hasse



creo[™] **Creo**[®] Parametric[™]
A PTC Product

CAD-Aufbaukurs: Zahnrad

Inhaltsverzeichnis

4	Zahnrad.....	2
4.1	Vorbemerkung.....	2
4.2	Modellierung.....	2
4.2.1	Vergabe der Parameter	2
4.2.2	Vergabe der Beziehungen.....	2
4.2.3	Bezugskurven.....	3
4.2.4	Konstruktionshilfspunkt.....	4
4.2.5	Ebenen für die Zahnkonstruktion.....	4
4.2.6	Spiegeln der Evolvente	4
4.2.7	Projektionsfläche für die Zugleitkurve der Zahngeometrie	4
4.2.8	Zahnrichtungsskizzen.....	5
4.2.9	Projektion der Zugleitkurve auf die Projektionsfläche.....	5
4.2.10	Zahnprofil(e).....	5
4.2.11	Zahngrundkörper	6
4.2.12	Fase für die Verzahnung	7
4.2.13	alternative Modellierung der Verzahnung.....	7
4.3	Zeichnungsvorbereitung.....	7
4.3.1	Zahnkonturskizzen mit Wälzlinie	7
4.3.2	Linien für die Härteangabe	8
4.3.3	Darstellungsstil.....	8
4.3.4	Folienkonfiguration der Skizzen	9
4.3.5	Materialeigenschaften ändern.....	9
4.4	Zeichnungserstellung.....	10
4.4.1	Basisansicht.....	10
4.4.2	Anmerkungen.....	10
4.4.3	Tabellen.....	12

Symbollegende:

► Anweisung

[LMT] linke Maustaste

[MMT] mittlere Maustaste

[RMT] rechte Maustaste

: ... : Reiterauswahl

Abbildungsverzeichnis (Abb.)



Abb. 1	Tabelle der festzulegenden Parameter	2
Abb. 2	Tabelle der zu definierenden Beziehungen	3
Abb. 3	Skizze für die Zahnflankenrichtung	5
Abb. 4	Zug-Schnitt Zahnprofil.....	5
Abb. 5	Zug-KE und zu wählende Kurven.....	5
Abb. 6	Tabelle zu den Musterarten.....	6
Abb. 7	Skizze Drehen Grundkörper	6
Abb. 8	Skizze Zahnkontur	7
Abb. 9	Erzeugung der Verzahnung mittels Ringbiegung	7
Abb. 10	durch Wälzlinie erweiterte Skizze.....	8
Abb. 11	Konfiguration des Linienstils	8
Abb. 12	Skizze Härtelinie.....	8
Abb. 13	Wechseln des Darstellungsstils im DRW.....	10

4 Zahnrad

4.1 Vorbemerkung



Mit der Modellierung des Zahnrades wird der Focus zunächst auf die realitätsnahe Ausgestaltung der Verzahnung gelegt. Eine vereinfachte Variante der Verzahnung für die Zeichnungserstellung wird ebenfalls behandelt. Weiterhin wird neben dem Umgang mit Folien der Einstieg in die parametrisierte Modellerstellung gegeben.

4.2 Modellierung

►  Neu ► Teil anlegen (Name: 012-123456-02-02-00) ► Hauptebenen FRONT, TOP und RIGHT löschen und durch entsprechende  Kopie-Geometrie aus dem Bauteil „012-123456-ref_gt“ ersetzen (E_ABTRIEB, E_TEILUNG, E_ZR_STUFE, A_ABTRIEB) ► *Siehe auch Punkt 3.1 (Skript Abtriebswelle)*

4.2.1 Vergabe der Parameter

Parameter können die Maße des Modells über Beziehungen mit den Creo-internen Maß-Namen steuern. Zunächst sind diese Parameter folgendermaßen festzulegen:

► Modellabsicht ►  Parameter ► Eintragen folgender Parameter mit :
m_n , Z , Z2 , beta , alpha_n , X , A , B , K , CX , PHI

Die Groß-/Kleinschreibung spielt dabei keine Rolle.

Parameter	Ritzelwelle	Zahnrad
Normalmodul [mm]		m_n = 4
Zähnezahl [-]	Z = 14	Z = 57
Schrägungswinkel [°]		beta = 12
Flankenwinkel [°]		alpha_n = 20
Flankenrichtung [-]	linkssteigend	rechtssteigend
Profilverschiebung [-]	X = 0.75	X = 0.587918
Achsabstand [mm]		A = 150
Zahnradbreite [mm]	B = 64	B = 60
Kopfkürzung [mm]		K = -0.50
Kopfspielfaktor [-]		CX = 0.25
Wertebereich / Evolventenlänge [°]		PHI = 70

Abb. 1 Tabelle der festzulegenden Parameter

Der Parameter „Z“ gibt immer die Zähnezahl des aktuellen Zahnrades an, während „Z2“ immer die Zähnezahl des gepaarten Zahnrades beschreibt.

4.2.2 Vergabe der Beziehungen

► Modellabsicht ► Beziehungen ► Beziehungen aus der Datei „Beziehungen.txt“ entnehmen



Bezeichnung	Berechnung	Eingabe
Stirnmodul	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$	$m_t = m_n / \cos(\beta)$
Eingriffswinkel im Stirnschnitt	$\alpha_t = \tan^{-1} \left(\frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} \right)$	$\alpha_t = \text{atan}(\tan(\alpha_n) / \cos(\beta))$
Korrigierter Eingriffswinkel	$\alpha_{wt} = \cos^{-1} \left(\frac{(Z + Z_2)}{2 * a} * m_t * \cos \alpha_t \right)$	$\alpha_{wt} = \text{acos}((z+z_2)/(2*a)*m_t*\cos(\alpha_t))$
Teilkreis-Ø	$d = Z * m_t$	$d = z*m_t$
Grundkreis-Ø	$d_b = d * \cos \alpha_t$	$d_b = d*\cos(\alpha_t)$
Korrigierter Wälzkreis-Ø	$d_w = d * \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{wt}}$	$d_w = d*(\cos(\alpha_t) / \cos(\alpha_{wt}))$
Fußkreis-Ø ohne PV	$d_f = d - 2 * (1 * m_n + c_x * m_n)$	$d_f = d - 2*(1*m_n + c_x*m_n)$
Kopfkreis-Ø ohne PV	$d_a = d + 2 * (1 * m_n + k)$	$d_a = d + 2*(1*m_n + k)$
Fußkreis-Ø mit PV	$d_{fPV} = d_f + 2 * x * m_n$	$d_{fPV} = d_f + 2*x*m_n$
Kopfkreis-Ø mit PV	$d_{aPV} = d_a + 2 * x * m_n$	$d_{aPV} = d_a + 2*x*m_n$
Winkel zw. Wälz-, Zahnmittelpunkt & Rotationsachse	$\gamma = \frac{360}{Z * \pi} * \left[\frac{\pi}{4} + x * \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} \right]$	$\gamma = 360/(z*\pi)*(\pi/4+x*\tan(\alpha_n)/\cos(\beta))$

Abb. 2 Tabelle der zu definierenden Beziehungen

4.2.3 Bezugskurven

Die Basis für die Verzahnung soll aus verschiedenen Kurven und Skizzen definiert werden, die auf den bereits definierten Parametern aufbauen.

Zunächst ist ein Koordinatensystem zu erstellen, welches auf der Abtriebsseite positioniert ist:

- ▶  Koordinatensystem ▶ A_ABTRIEB und E_ZR_STUFE mit [Strg] wählen ▶ :Orientierung
- ▶ E_ABTRIEB hinzuwählen und Orientierung gemäß Standard-Ksys einstellen (eventuell Sichtbarkeit von KOS einschalten ) ▶ OK

Für alle im Folgenden erzeugten Bezugskurven gilt:

- :Modell: ▶ Bezug ▶ Kurve ▶ Kurve aus Gleichung
- ▶ Referenz ▶ Koordinatensystem auswählen (hier: gerade erzeugtes K-Sys)
- ▶ Ksys-Typ auswählen ▶ Gleichung
- Eingabe der beschreibenden Variablen für Radius, Winkel und Verschiebung in Z – Richtung im Gleichungsfenster

- ▶ OK ▶ MMT oder 

a) Kopfkreis

- ▶ Ksys-Typ: Zylinderform
- $r = d_{aPV} / 2$
- $\theta = t * 360$
- $z = 0$

b) Teilkreis (entspricht Wälzkreis, wenn Verzahnung ohne PV)

▶ Ksys-Typ: Zylinderform

$$\begin{aligned} r &= dw/2 \\ \theta &= t \cdot 360 \\ z &= 0 \end{aligned}$$

c) Fußkreis

▶ Ksys-Typ: Zylinderform

$$\begin{aligned} r &= df_{pv}/2 \\ \theta &= t \cdot 360 \\ z &= 0 \end{aligned}$$


d) Evolvente

▶ Ksys-Typ: Kartesisch

$$\begin{aligned} x &= db/2 \cdot (\cos(t \cdot \phi) + t \cdot \phi \cdot \pi / 180 \cdot \sin(t \cdot \phi)) \\ y &= db/2 \cdot (\sin(t \cdot \phi) - t \cdot \phi \cdot \pi / 180 \cdot \cos(t \cdot \phi)) \\ z &= 0 \end{aligned}$$

TIPP: Die Kurven können mit [Strg]+[C] und [Strg]+[V] kopiert und editiert werden.

4.2.4 Konstruktionshilfspunkt

▶  Punkt ▾

- ▶ Referenzen: „Evolvente“ und „Teilkreis“ mit [Strg] wählen
- ▶ Eigenschaften → Name: „P_KONSTRUKTION“ ▶ OK

4.2.5 Ebenen für die Zahnkonstruktion



▶ Ebene

a) Hilfsebene

- ▶ Referenzen: „P_KONSTRUKTION“ und „A_ABTRIEB“ mit [Strg] wählen
- ▶ Eigenschaften → Name: „E_HILFE“ ▶ OK


b) Spiegelebene (für Evolvente)

- ▶ Referenzen: „A_ABTRIEB“ und „E_HILFE“ mit [Strg] wählen
- ▶ Versatz: „+/- gamma“ bzw. „180° +/- gamma“ (Reihenfolge: E_TEILUNG, E_HILFE, E_SPIEGEL)
- ▶ Eigenschaften → Name: „E_SPIEGEL“ ▶ OK




c) Skizzierebene (Ebene für Zahnrichtungsskizzen)

- ▶ Referenzen: „A_ABTRIEB“ und „E_SPIEGEL“ mit [Strg] wählen
- ▶ Senkrecht auf „E_SPIEGEL“
- ▶ Eigenschaften ▶ Name: „E_SKIZZEN“ ▶ OK

4.2.6 Spiegeln der Evolvente

- ▶ Auswahl „EVOLVENTE“ ▶  Spiegeln ▶ „E_SPIEGEL“ wählen ▶ 

4.2.7 Projektionsfläche für die Zuleitkurve der Zahngeometrie

- ▶  Profil ▶  Profilkörper als Fläche
- ▶ Skizzenebene ist die, in der die bereits die Bezugskurven erstellt wurden (E_ZR_STUFE)
- ▶ Kreis mit skizzieren $\emptyset = \text{Parameter } "DW"$
- ▶  symmetrisch um den Parameter „B“ extrudieren

4.2.8 Zahnrichtungsskizzen

- ▶ Skizze ▶ Skizzenebene: „E_SKIZZEN“
- ▶ Skizzieren zweier Zweipunktlinien:
 1. Linie in „A_ABTRIEB“
 2. Linie mit Winkelversatz „90+beta“ zu „E_ZR_STUFE“

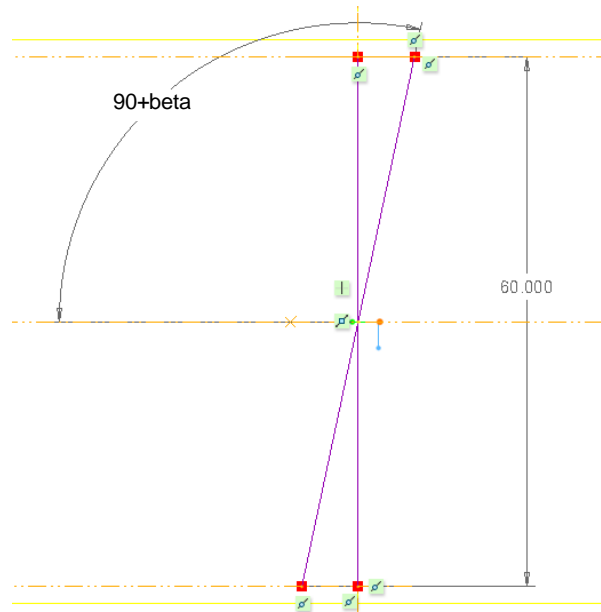


Abb. 3 Skizze für die Zahnflankenrichtung

4.2.9 Projektion der Zugleitkurve auf die Projektionsfläche

- ▶ Schräge Linie der Skizze auswählen (zweimal LMT auf die Linie)
- ▶ Projizieren → „Projektionsfläche“ wählen →

4.2.10 Zahnprofil(e)

- ▶ Zug-KE als Volumenkörper Schnitt bleibt unverändert

▶ Referenzen: **projizierte Leitkurve (Ursprung)** und mit [Strg] **Gerade (Kette 1)** längs A_ABTRIEB wählen und die Haken bei **Kette1/X** (Zugprofil folgt der Normalrichtung des Ursprungs) und **Kette1/N** (Querschnitt steht immer rechtwinklig (normal) zur Kette)

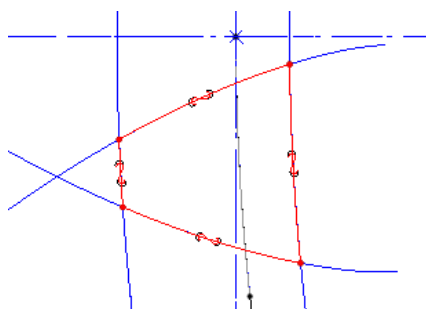


Abb. 4 Zug-Schnitt Zahnprofil

- ▶ Zug-Schnitt erzeugen → Skizze mit Hilfe von Projizieren (Kopieren vorhandener Elemente in die Skizze) und Segment löschen (Entfernen überflüssiger Liniensegmente) erstellen → OK
- ▶ oder MMT

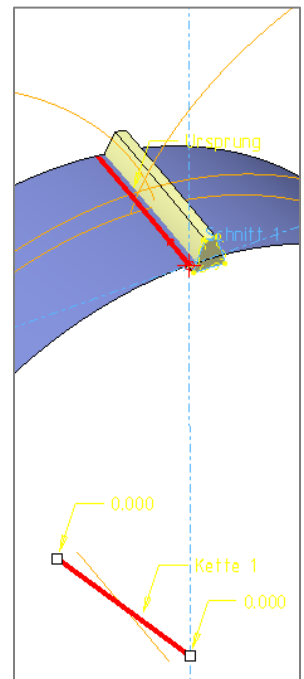






Abb. 5 Zug-KE und zu wählende

- ▶ Zug-KE auswählen ▶  **Muster** ■ Mustertyp: Achse ▶ A_ABTRIEB auswählen ▶  ▶ Richtung1: Eingabe „57“, statt Parameter „Z“, da die Beziehung nur außerhalb des Muster-KE's definierbar ist. ▶ 

Parametrisierung des Musters:

- ▶ Modellabsicht ▶ Beziehungen ▶ Muster auswählen ▶  evtl. zw. Maßbezeichnung und Wert umschalten ▶ „57 ZIEHVORGÄNGE“ wählen ▶ Eingabe „p*=z“ ▶ OK

Musterarten:

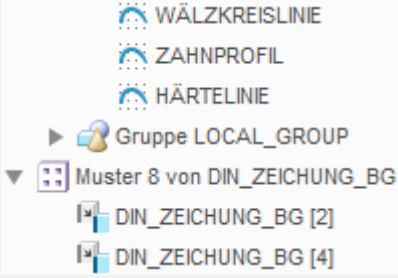




	Geometriemuster (seit WF5)	Muster
gemustertes KE	nicht in das Muster einbezogen	in das Muster einbezogen
		
Mustern mehrerer KE oder Skizzen	mehrere KE mit [Strg] anwählen (ohne Gruppe)	mehrere KE in Gruppe zusammenfassen (obligatorisch)
späteres einfügen von KE's in das Muster	ist nicht möglich (nur durch löschen des Musters)	ist möglich über ▶ RMT ▶ Definition editieren ■ Referenzen

Abb. 6 Tabelle zu den Musterarten

4.2.11 Zahngrundkörper

Je nach Fixierung des Stirnrades auf einer Welle, ist die Basisgeometrie festzulegen. In diesem Beispiel soll das Zahnrad durch einen Längspressverband gefügt werden. Es ist keine radiale Fixierung (z. B.: durch Passfeder) vorgesehen.

- ▶  **Drehen** ▶ Skizzenebene: „E_TEILUNG“ ▶ Mittellinie definieren ▶ Rotationsquerschnitt skizzieren:
- ▶ 2x  **Schräge** ▶ zu schräge Flächen (innenliegende Radialflächen, außer Ø65) wählen ▶ Schrägscharnier: Stirnfläche (6°)
- ▶  **Fase** (zum Ansetzen des Stirnrades für den Einpressvorgang) ▶ Steigung: 1x45° ▶ Kanten am Ø65 wählen ▶ OK

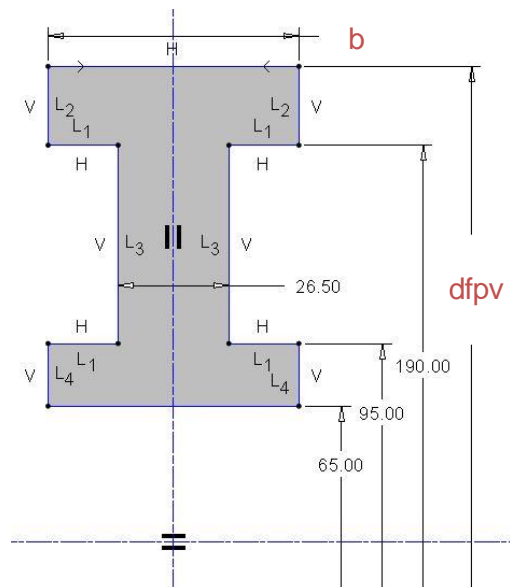




Abb. 7 Skizze Drehen Grundkörper

- ▶ **Rundung** ▶ 5mm ▶ alle übrigen, kreisförmigen Kanten, außer der Außenkante des $\varnothing 95$ auswählen

4.2.12 Fase für die Verzahnung

- ▶ **Drehen** zur Erzeugung der Fase am Zahnkopf
- ▶ Skizzenebene: „E_Teilung“ ▶ Fasen (1x45°) mit Zahnkontur skizzieren ▶ Skizze speichern  ▶ OK
- ▶ **Materialentfernen aktivieren** ▶ gegebenenfalls Richtung umschalten ▶ OK (Skizze bestätigen) ▶ 

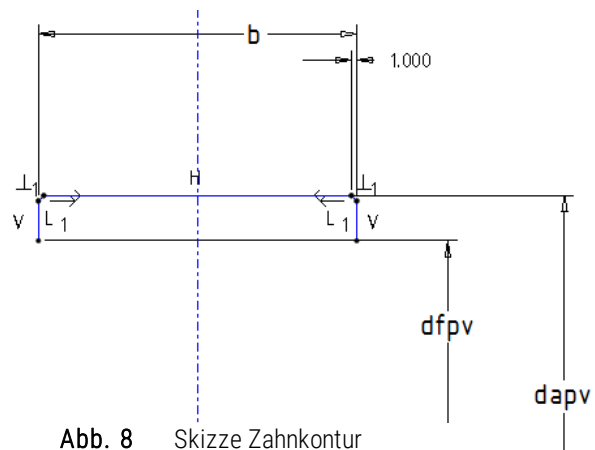


Abb. 8 Skizze Zahnkontur

4.2.13 alternative Modellierung der Verzahnung

Ringbiegung

Es besteht die Möglichkeit das negative Bezugsprofil zu modellieren und mittels

- ▶ Konstruktion ▶ **Ringbiegung** zu einem Zahnkranz über den Teilkreisdurchmesser zu Formen:

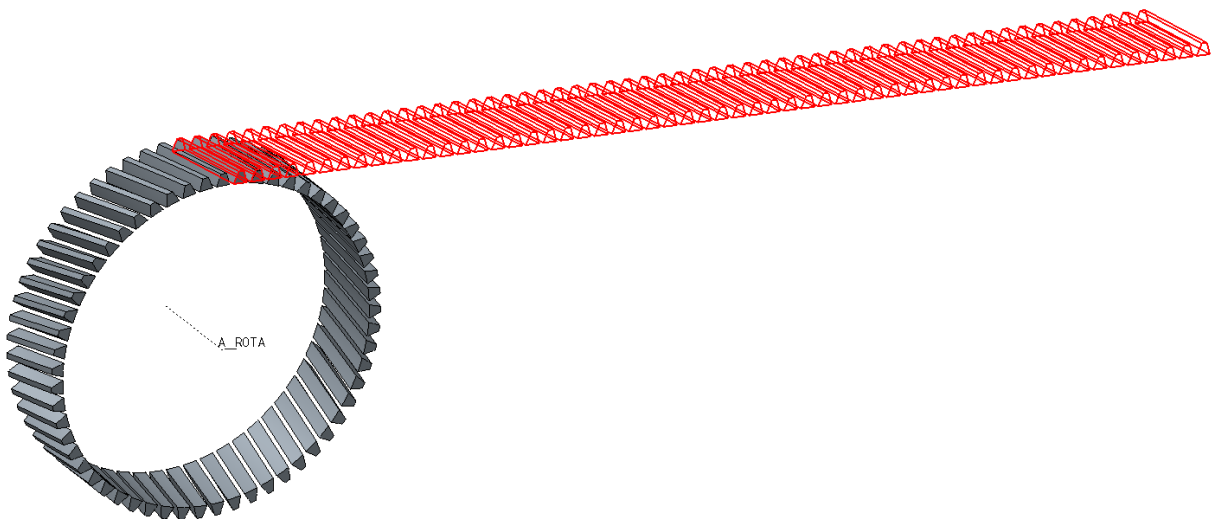


Abb. 9 Erzeugung der Verzahnung mittels Ringbiegung

4.3 Zeichnungsvorbereitung

Da das realitätsnahe Modell in dieser Form nicht in der Zeichnung abgebildet werden darf, muss eine vereinfachte Darstellung mit Zahnkonturskizzen und Linien für die Härteangabe erstellt werden.

4.3.1 Zahnkonturskizzen mit Wälzlinie

Die Konturskizze aus 4.2.12 kann in einer neuen Skizze wieder aufgerufen und durch die Wälzlinie erweitert werden.

- ▶ Skizze ▶ Skizzenebene: „E_TEILUNG“ ▶ Palette
- ▶ Skizze auswählen und einen Skalierfaktor von 1 einstellen ✓ ▶ m. H. der Bedingung → Zusammenfallend Hilfslinien auf die Hauptreferenzen setzen ▶ Zweipunktlinie nach Abb. 10 skizzieren und parametrisieren
- ▶ Linie auswählen ▶ RMT ▶ Eigenschaften... (Abb. 11) ▶ Anwenden

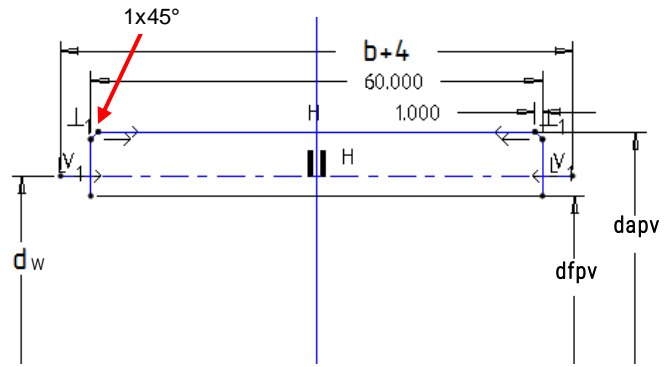


Abb. 10 durch Wälzlinie erweiterte Skizze

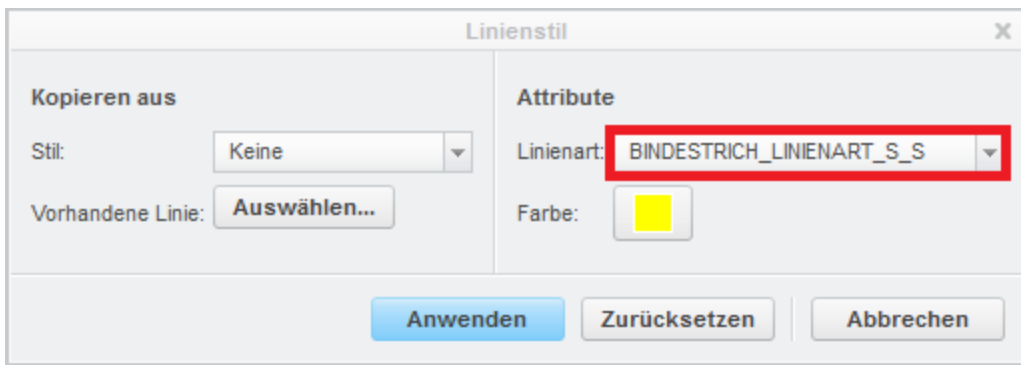


Abb. 11 Konfiguration des Linienstils

- ▶ Spiegeln der Kontur und der Wälzlinie im Skizzierer mittels Auswahl der zu spiegelnden Linien ▶ Spiegeln ▶ Mittellinie wählen
- ▶ Skizze mit „OK“ abschließen

4.3.2 Linien für die Härteangabe

- ▶ Skizze ▶ Skizzenebene: „E_TEILUNG“ ▶ Skizze nach Abb. 12 oberhalb und unterhalb des Zahnrades (Spiegeln) ▶ RMT auf Linie ▶ Eigenschaften ▶ Linienart: CTRLFONT

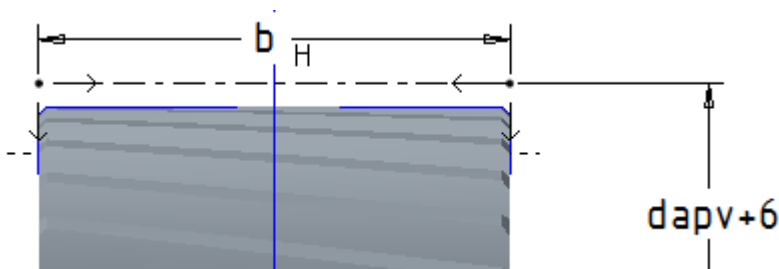


Abb. 12 Skizze Härtelinie

4.3.3 Darstellungsstil

Mit Creo lassen sich Konstruktionselemente in Verschiedenen Darstellungsstilen ein- bzw. ausschließen. So wird für die Einzelteil- bzw. Baugruppenzeichnung ein Modellzustand ohne Verzahnung benötigt.

- ▶ Ansichtsmanager ▶ Vereinf Darst

Die Master-Darstellung beherbergt alle im Modell befindlichen KE. Neben dieser sind aber noch andere vorgegeben:

- Symbolische Darstellung: Das Teil wird nur noch als „Bounding Box“, d. h. als Quader mit der Teilebezeichnung dargestellt
- Grafikedarstellung: Ermöglicht das schnelle Laden eines Teils ohne dabei die KE zu berücksichtigen. Es wird nur die „Hülle“ angezeigt
- Geometriedarstellung: Creo ruft an dieser Stelle nur die eigentliche Geometrie, jedoch nicht die KE, ab.

Diese drei Darstellungen sind nicht im Zeichnungsmodus abrufbar!

In diesem Beispiel soll das Modell zum einen in realitätsnaher Darstellung und zum anderen in der vereinfachten Zeichnungsdarstellung existieren können.

- ▶  ▶ Name: Zeichnungsdarstellung ▶ KEs ▶ Ausschließen ▶ alle KE wählen, die in die physische Zahnerzeugung involviert sind, so dass nur noch der Grundkörper und die Zeichnungsskizzen zu sehen sind
- ▶ Fertig




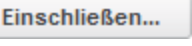
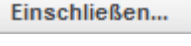
Erzeugung einer Zeichnungsdarstellung für die Baugruppe

- ▶ Zeichnungsdarstellung auswählen ▶ [RMT] ▶ Kopieren ▶ Kopieren nach: Zeichnungsdarstellung_BG ▶ Zeichnungsdarstellung_BG auswählen ▶ [RMT] ▶ Umdefinieren ▶ KE's ▶ Ausschließen ▶ Linie Härteangabe wählen ▶ Fertig

4.3.4 Folienkonfiguration der Skizzen

Für die Baugruppenzeichnung wird keine Darstellung der Härtelinie benötigt, sondern nur die Konturdarstellung mit Wälzlinie, während für die Einzelteilzeichnung alle unter 4.3.1 und 4.3.2 erzeugten Linien/Skizzen benötigt werden.

Für die Erstellung von Folien gilt allgemein:


- ▶  ▶ Folienbaum *oder* ▶ :Ansicht: ▶  Folien
- ▶ [RMT] im Folienbaum ▶ Neue Folie... ▶ Folienname eingeben:
 - a) „ZAHNKONTUR_M_WAELZLINIE“ ▶  ▶ Zahnkonturskizze wählen
 - b) „Haertelinie“ ▶  ▶ Härtelinien-skizze wählen
 - c) „Konstruktion“ ▶  ▶ alle zur Zahnerzeugung benötigten Hilfselemente (Kopfkreis, Teilkreis, Fußkreis, Evolvente, P_Konstruktion, E_Hilfe, E_Spiegel, E_Skizzen, Spiegel, Mantelflächen-Profil, Leitkurven-Skizze und Leitkurven-Projektion)
- ▶ OK

Je nach Zeichnung können nun die entsprechenden Folien ein- oder ausgeblendet werden:

- ▶ Folie(n) auswählen ▶ [RMT] ▶ Ausblenden ▶ [RMT] im Folienbaum ▶ Status speichern

4.3.5 Materialeigenschaften ändern

Um das Material zu ändern muss in den Modelleigenschaften das entsprechende Material ausgewählt werden.




► **Datei** ► Vorbereiten ►  Modelleigenschaften Modelleigenschaften editieren. ► Material ändern ► 16MnCr5 ► ►► ► In Spalte „Materialien in Modell“ [RMT] auf gerade hinzugefügtes Material ► Zuweisen ► OK

4.4 Zeichnungserstellung

Erstellen einer neuen Zeichnung:

 Neu ►  **Zeichnung** ► Name: 021-Matrikel-02-02-00 ► Leer mit Formatierung ► Format: „kl_din_a4.frm“ ► OK ► Darst öffnen: ZEICHNUNGSDARSTELLUNG ► Schriftfeldparameter eingeben

4.4.1 Basisansicht

 ► :Layout: ► **Basisansicht** ► kombinierte Zustände: „kein kombinierter Zustand“ ► [LMT] auf Ansichtspostion
 ► Ansichtstyp: Modellansichtsamen: „TOP“
 ► Sichtbarer Bereich ► Ansichtssichtbarkeit: „Halbe Ansicht“ ► Referenzebene: „E_ABTRIEB“
 ► Schnitte ►  **2D-Querschnitt** ►  ► Schnitt „A“ als planaren Vollschnitt durch „E_TEILUNG“ erzeugen
 ► Anwenden ► Schließen

Maßstab ändern:

Doppel-[LMT] auf **MASSSTAB: 1:5** (linker unterer Bildschirmrand) ► „1/2“ ► Enter

Konfiguration der Folien:

Das Ein- und Ausblenden von Folien im Zeichner ist nur dann möglich/nötig, wenn die Ansicht mit dem Master-Darstellungsstil und nicht mit einem für die Zeichnung vorkonfigurierten Darstellungsstil (hier: ZEICHNUNGSDARSTELLUNG) erstellt wurde.

Es ist allgemein zu beachten, dass Volumen-KE nicht durch Folien ausgeblendet werden können.

Ändern des Darstellungsstils in der Zeichnung:

Unter Zeichnungsmodelle auf Model hinzufügen gehen und „012-Matrikel-02-02-00“ auswählen. Anschließend als Masterdarstellung öffnen.

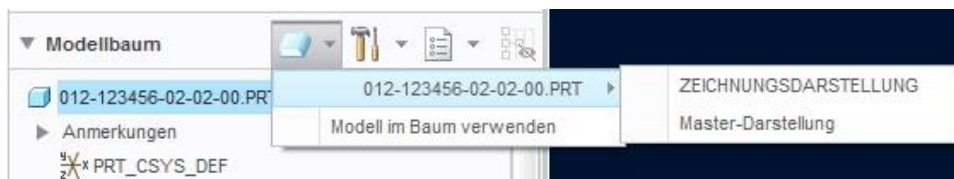


Abb. 13 Wechseln des Darstellungsstils im DRW

Nachdem der Stil geändert wurde, kann dieser durch Erstellung einer neuen Basisansicht auf die Ansicht übergehen. Alle bis zu diesem Punkt erstellten Ansichtseigenschaften gehen dann verloren.

4.4.2 Anmerkungen

► :Anmerkungen erstellen:

a) *Vermaßung* aus dem 3D-Modell



- ▶ Registerkarte wählen
- ▶ KE, Ansicht oder Modell wählen um Bemaßungen aus dem Modell einzublenden
- ▶ beizubehaltende bzw. zu entfernende Maße im Menüfenster auswählen
- Kopf-, Teil- und Fußkreisdurchmesser
- Breiten und Durchmesser des Grundkörpers wählen
- (Ergänzung fehlender Maße durch **Bemaßung** → neue Referenzen
- Bemaßungen werden wie im Skizzierer angetragen)

Für die halbe Ansicht müssen die Durchmessermaße ebenfalls halbiert werden:

- ▶ Maß auswählen ▶ [RMT] auf Maßhilfslinie ▶ Maßhilfslinie löschen ▶ [RMT] auf das Enden des entstandenen Doppelpfeils ▶ Pfeilstil... ▶ Kein(e) ▶ Fetrtig/Zurück

- b) *Bemaßungen anordnen* **Bemaßungen ordnen**
- ▶ zu ordnende Maße durch Bereichsauswahl oder einzeln mit [Strg] wählen
 - ▶ Versatz zum Ansichtsumriss: 10mm, Versatz zw. den Maßen: 7mm
 - ▶ Einrastlinien erzeugen (Hilfslinien mit den definierten Standardabständen, auf denen die Maße gefangen werden, die jedoch nicht auf dem Ausdruck sichtbar sind)
 - ▶ Editieren ▶ **Einrastlinie erzeugen** ermöglicht die manuelle Generierung von Einrastlinien an Linien, wie Körperkanten (an Objekt versetzen), oder Ansichtsumrisslinien (an Ansicht versetzen)
- c) *Notizen erstellen* **Notiz** ▾
- ▶ Notiz anlegen ▶ Notiz mit [LMT] ablegen ▶ neue Zeile mit [Enter] / Notiz beenden mit MMT
 - hier: Härteangaben, unbemaßte Auswurfschrägen, Radien und Fasen
- d) *Oberflächengüte* **Oberflächengüte**
- ▶ Abrufen ▶ din_en_iso_1302_3_5.sym ▶ Platzierungsoption wählen ▶ Symbol konfigurieren ▶ Rauheit mit [LMT]/[MMT] positionieren



- e) *geometrische Toleranzen* **Geometrische Toleranz**
- ▶ siehe Teil 2 Abtriebswelle (3.3.11)
 - ▶ Achsenbezug erstellen (siehe Unterlagen Grundkurs ▶ Zeichnungserstellung)
 - ▶ hier: Rechtwinkligkeit der beiden Stirnflächen zur Wellenbohrung

4.4.3 Tabellen

Tabellen können im Reiter :Anmerkung erstellen: oder im Reiter :Tabelle: bearbeitet werden.


► :Tabelle:

a) *Erstellen neuer Tabellen*

siehe Skript Abtriebswelle (2.2.13)

- Pass- und Abmaßetabelle

b) *Laden von Tabellen aus einer Datei (am Beispiel Stirnradtabelle)*

►  **Tabelle aus Datei** ► „tabelle_stirnrad.tbl“ (parametrische Tabelle) wählen ► mit [LMT] ablegen

c) *Parametrisierung von Tabelleninhalten*

► Ausfüllen von Zellen beginnend mit dem „&“-Symbol

z. B.:

- „&scale“ liest den globalen Blattmaßstab aus
- „&A[.1]“ liest den Achsabstandsparameter aus und beschränkt den Wert auf eine Nachkommastelle
- „&masse“ → Masseparameter
- „&werkstoff“ und „&werkstoff_id“ → Werkstoffbezeichnung