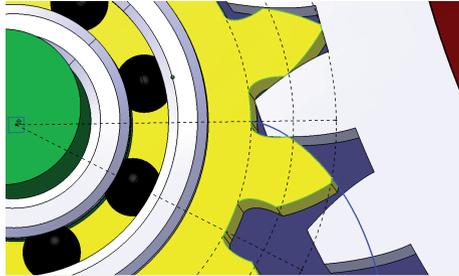


■ 7.9 Übung Zahnrad



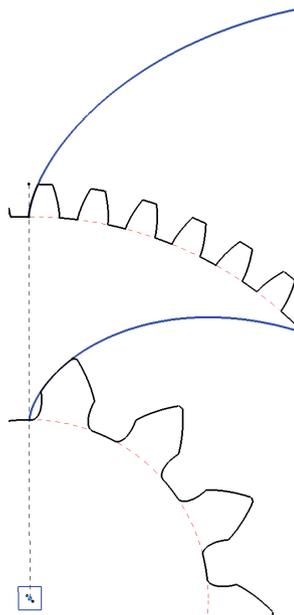
Das Zahnrad wird als Produkt aus drei Bauteilen aufgebaut. Die Konstruktion setzt sich zusammen aus einem Bauteil mit der Evolventenkurve, einem Bauteil, das mithilfe der bereitgestellten Evolventenkurve die gesamte Außenkontur des Zahnrades als Kurve aufbaut, und zuletzt dem Bauteil mit dem Endergebnis als Körper. Die gesamte Baugruppe soll für die

Konstruktion eines neuen Zahnrades als Vorlage kopierbar sein. Im Bauteil mit der Außenkontur sollen die Verzahnungsparameter vorgegeben werden können.

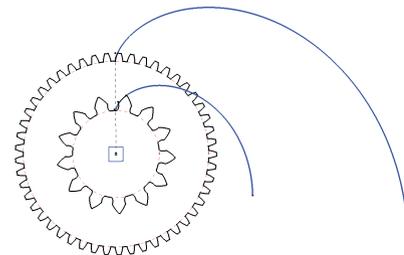
Im letzten Bauteil mit dem Zahnrad als Körper können weitere spezifische Anpassungen wie Gewichtsreduzierungen oder die Gestaltung der Lagerung auf der Welle ergänzt werden.

7.9.1 Erzeugung der Zahnradevolvente

Skalierbarkeit der Evolvente



Die Form der Evolventenkurve hängt linear vom Abwicklungsradius ab. Zur Konstruktion eines Zahnrades ist es somit nicht notwendig, immer wieder neu für den vorgegebenen Radius die Evolvente zu erzeugen. Es reicht, einmal eine Referenzevolvente mit ausreichender Genauigkeit in einem eigenen CATPart zu erzeugen und diese durch Skalierung auf die neue Radiusvorgabe anzupassen. Die Skalierung ist abhängig vom Radius des Grundkreises. Dieser Radius wiederum ist abhängig von Modul und Zähnezahl.



7.9.2 Produktstruktur für die Konstruktionsvorlage Zahnrad erstellen

- Mit der Funktion *Datei > Neu* und der Auswahl *Produkt* ein CATProduct erstellen und mit *Template_ET_Zahnrad* benennen.
- Mit der Funktion *Komponenten > Vorhandene Komponente ...* aus dem Kontextmenü des Produktes die Datei *Evolvente.CATPart* in das Produkt einbinden.

7.9.3 Querschnitt der Verzahnungsgeometrie erstellen

- Mit der Funktion *Komponenten > Neues Teil* ein leeres CATPart zum Produkt hinzufügen und mit *Template_Zahnradgeometrie* benennen.
- Mit Doppelklick das neue leere Part aktivieren.
- Mit *Einfügen > Geometrisches Set* ein neues Strukturierungselement erzeugen und mit *Zahnradkonstruktion* benennen.
- Mit der Funktion *Symmetrie* die Elemente *Evo_Mittelpunkt*, *Evo_Drehebene*, *Evo_Achse_1*, *Evo_Achse_2*, *Evo_Drehachse* und *Evo_Evolvente* unterhalb des CATParts aus der Veröffentlichungen-Liste selektieren und an der *yz*-Ebene des aktiven Parts spiegeln. Hierdurch wird automatisch ein neues Geometrisches Set *Externe Verweise* erstellt, und dort werden die ausgewählten Elemente aus dem Nachbarbauteil als Verknüpfung abgelegt.
- Mit der Funktion *Löschen* aus dem Kontextmenü die neu erzeugten Symmetrie-Elemente löschen.
- Mit der Funktion *Formel* folgende neue Parameter erzeugen:



Geometrisches Set

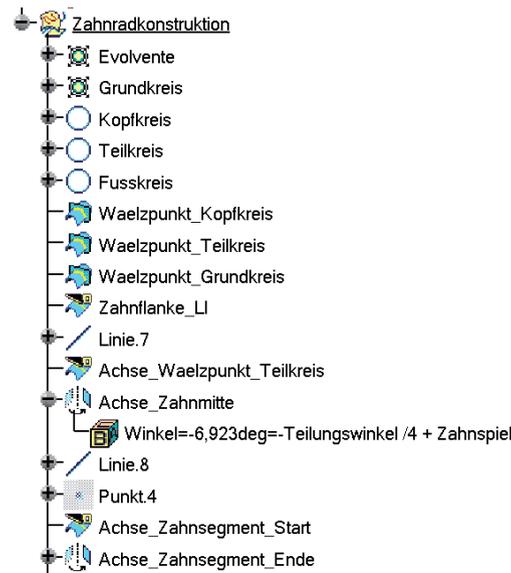
Parametername	Parametertyp	Initiierungswert
Anzahl Zaehne	Ganze Zahl	13
Modul	Länge	22 mm
Eingriffswinkel	Winkel	20 deg
Profilverschiebung_x_Modul	Reelle Zahl	0
Zahnspiel	Winkel	0
Teilkreisradius	Länge	0 mm
Grundkreisradius	Länge	0 mm
Kopfkreisradius	Länge	0 mm
Fusskreisradius	Länge	0 mm
Teilungswinkel	Länge	0 deg
Zahnhoehe	Länge	0 mm
Evolventenskalierung	Reelle Zahl	1,0

→ Mit der Funktion *Formel* für folgende Parameter Formeln erstellen:

Name	Formel
Teilkreisradius	$Modul * Anzahl_Zaehne / 2$
Grundkreisradius	$Teilkreisradius - Modul$
Kopfkreisradius	$Teilkreisradius + Modul * (1 + Profilverschiebung_x_Modul)$
Fusskreisradius	$Teilkreisradius - Modul * (1 - Profilverschiebung_x_Modul)$
Teilungswinkel	$360deg / Anzahl_Zaehne$
Zahnhoehe	$2 * Modul$
Evolventenskalierung	$Grundkreisradius / Externe_Parameter \setminus EvoWaelzkreisradius$

Hinweis

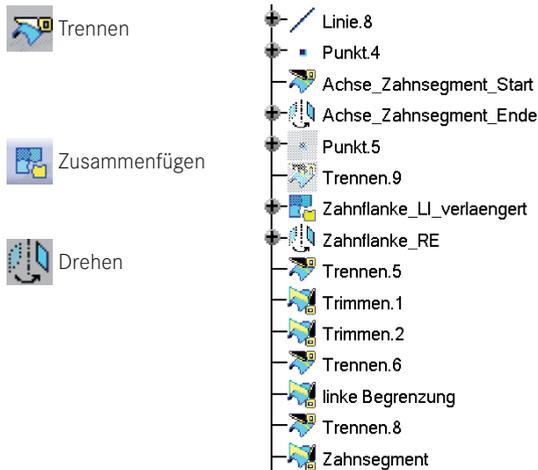
Bei der letzten Formel für den Parameter *Evolventenskalierung* wird im Fenster *Formeleditor* das CATPart *Evolvente* selektiert und im darauf erscheinenden Fenster *Auswahl externer Parameter* der Parameter *Evo_Waelzkreisradius* ausgewählt.



→ Mit der Funktion *Skalieren* wird zuerst unterhalb von *Externe Verweise* die Kurve *Evolvente* und danach die Kurve *Waelzkreis* mit dem Punkt *Mittelpunkt* als Referenz skaliert. Als Faktor wird jeweils mithilfe des Icons *Formel* im Dialogfenster der Parameter *Evolventenskalierung* zugeordnet. Die zwei Kurven werden mit *Evolvente* und *Grundkreis* benannt.

→ Mit der Funktion *Kreis* werden nun drei Kreise mit dem Mittelpunkt *Mittelpunkt* und dem Stützelement *Drehebene* erzeugt. Als Radiuswerte werden mit dem Icon *Formel* jeweils die Parameter *Kopfkreis*, *Teilkreis* und *Fusskreis* zugeordnet. Die Kurven werden mit *Kopfkreis*, *Teilkreis* und *Fusskreis* benannt.

→ Mit der Funktion *Eigenschaften* im Kontextmenü aller bisherigen Kreise unter *Grafik > Linien und Kurven* die Linienart auf *Strichlierung* umschalten.



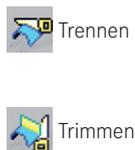
- Mit der Funktion *Trennen* die Linie *Achse_Zahnsegment_Start* mit den zwei mit der Punkt-Funktion erzeugten Punkte begrenzen. Der Linienabschnitt stellt eine Verlängerung der Evolventenkurve dar.
- Mit der Funktion *Zusammenfügen* die Kurve *Zahnflanke_LI* und die zuvor begrenzte Linie zusammenfügen und mit *Zahnflanke_LI_Verlaengert* benennen.
- Mit der Funktion *Drehen* das Element *Zahnflanke_LI_verlaengert* mit einem Winkel von 180° um die Linie *Achse_Zahnmitte* drehen.

Bisher existiert von der Zahnform die linke und rechte Zahnflanke. Der *Kopf- und Fusskreis* müssen nun so getrimmt werden, dass ein vollständiger Zahn mit Zahnlücke entsteht.

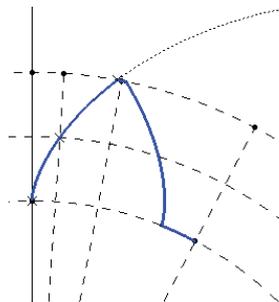


- Mit der Funktion *Trennen* den Kreis *Kopfkreis* mit der zx-Ebene schneiden, sodass nur noch ein Halbkreis rechts übrig bleibt.
- Mit der Funktion *Trimmen* das Element *Zahnflanke_LI_verlaengert* mit dem zuvor begrenzten *Kopfkreis* trimmen (Halbkreis).
- Mit der Funktion *Trimmen* das zuletzt erstellte Element, das der linken Zahnflanke mit dem Zahnkopf entspricht, nun mit dem Element *Zahnflanke_RE* trimmen.

Nun ist die Zahnform vollständig beschrieben, und es fehlt nur noch die Zahnlücke bis zum nächsten Zahn.



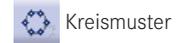
- Mit der Funktion *Trennen* den Kreis *Fusskreis* zuerst mit der zx-Ebene und dann mit den Elementen *Achse_Zahnmitte* und *Achse_Zahnsegment_End* begrenzen, sodass nur noch ein Kreissegment des Fußkreises zwischen den zwei Linien übrig bleibt.
- Mit der Funktion *Trimmen* die Zahnform mit dem gerade getrimmten *Fusskreis* trimmen, sodass wir nun die Zahnform mit der Form der Zahnlücke erhalten.



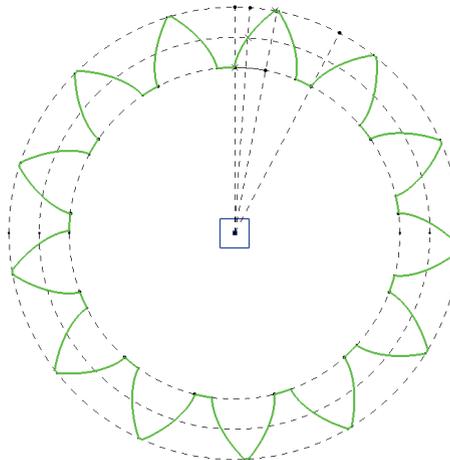
Um Toleranzprobleme bei der Evolventenkurve zu vermeiden, wird nun auf der linken Zahnseite der *Fusskreis* auch nochmals mit der Zahnform getrimmt und der Zahnform angefügt.

- Mit der Funktion *Trennen* den *Fusskreis* mit den Linien *Achse_Zahnmitte* und *Achse_Zahnsegment_Start* begrenzen.

- Mit der Funktion *Trimmen* die zwei zuletzt erzeugten Elemente mit der *Zahnform* und dem Fußkreissegment miteinander trimmen und mit *Zahnsegment* benennen.
- Mit der Funktion *Kreismuster* und dem Element *Zahnsegment* als Objekt für Muster, dem Parameter *Exemplar(e)* & *Winkelabstand* sowie dem Element *Drehachse* als Referenzelement die restlichen Zähne des Zahnrades erzeugen.



- Die Zahnanzahl wird als Formel $=Anzahl_Zaehne$ dem Dialogparameter *Exemplare* zugeordnet, dem Winkelabstand mittels einer Formel der Wert *Teilungswinkel*.
- Mit der Funktion *Zusammenfügen* den einzelnen Zahn *Zahnsegment* mit den restlichen Zähnen aus dem *Kreismuster* zu der vollständigen Beschreibung der Zahnradaußenkontur zusammenfügen und mit *Zahnradquerschnitt* benennen.



- Mit der Funktion *Tools > Veröffentlichung* nun die Elemente *Mittelpunkt*, *Drehebene*, *Drehachse*, *Kopfkreis*, *Grundkreis*, *Teilkreis*, *Achse_Zahnsegment_Start*, *Zahnflanke_RE*, *Achse_Zahnmitte*, *Zahnflanke_LI* und *Zahnradquerschnitt* sowie die Parameter *Anzahl_Zaehne*, *Teilungswinkel*, *Kopfkreisradius*, *Fusskreisradius*, *Teilkreisradius*, *Zahnhoehe* und *Modul* veröffentlichen. Zur besseren Unterscheidung zwischen veröffentlichter Geometrie und Parameter wird bei den Parametern als Veröffentlichungsname dem ursprünglichen Elementnamen jeweils die Kennung *p_* vorangestellt.
- Mit der Funktion *Datei > Sichern* das Ergebnis sichern.
- Die Änderungsstabilität der parametrisch-assoziativen Konstruktion testen, indem man verschiedene Werte für den Parameter *Anzahl_Zaehne* vorgibt und das Bauteil jeweils aktualisiert.



7.9.4 Zahnrad-Geometrie erstellen

- Mit der Funktion *Komponenten* > *Neues Teil* ein leeres CATPart zum Produkt hinzufügen und mit *Template_Zahnrad* benennen.
- Mit Doppelklick das neue leere Part aktivieren.
- Mit *Einfügen* > *Körper* einen neuen Körper erzeugen und mit *Zahnrad* benennen.



Körper



Geometrisches Set

- Mit *Einfügen* > *Geometrisches Set* ein neues Strukturierungselement unterhalb des zuvor erstellten Körpers erzeugen und auch mit *Zahnrad* benennen.
- Mit der Funktion *Symmetrie* die Elemente *Mittelpunkt*, *Drehebene*, *Achse*, *Zahnradquerschnitt*, *Kopfkreis*, *Achse_Zahnflanke* und *Achse_Zahnflanke_LI_OB* unterhalb des CAT-Parts *Template_Zahnradgeometrie.CATPart* aus der Veröffentlichungen-Liste selektieren und an der yz-Ebene des aktiven Parts spiegeln. Hierdurch wird automatisch ein neues Geometrisches Set *Externe Verweise* erstellt, und dort werden die ausgewählten Elemente aus dem Nachbarbauteil als Verknüpfung abgelegt.
- Mit der Funktion *Löschen* aus dem Kontextmenü die neu erzeugten Symmetrie-Elemente löschen.
- Mit der Funktion *Formel* folgende neuen Parameter erzeugen:

Parametername	Parametertyp	Initiiierungswert
Durchmesser_Welle	Länge	100 mm
Breite	Länge	200 mm
Winkel_Schragverzahnung	Winkel	0,01 deg
Steigung	Länge	0 mm



Formel

- Mit der Funktion *Formel* für den Parameter *Steigung* folgende Formel erstellen:

$$2 * PI * \text{ExterneParameter} \backslash \text{Kopfkreisradius} * \tan(90 \text{deg} - \text{Winkel_Schraegverzahnung})$$
- Mit der Funktion *Punkt* und dem Punkttyp *Auf Kurve* einen Punkt auf der Kurve *Achse_Zahnflanke_LI_OB* im Verhältnis der Kurvenlänge mit dem *Faktor 1* abtragen. Den Punkt mit *Eckpunkt_Zahnflanke_Kopf* benennen.



Punkt

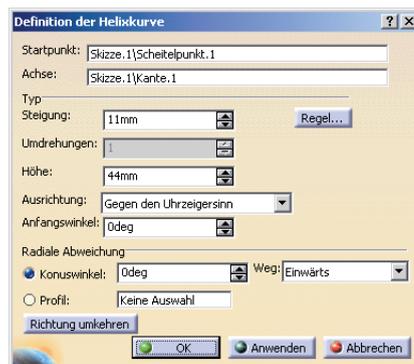


Formel

- Mit der Funktion *Extrudieren* das Profil *Kopfkreis* in Richtung des Elements *Drehebene* zur Zylinderfläche aufziehen. Die erste Begrenzung ist 0 mm, und für die zweite Begrenzung wird mit dem Icon *Formel* der Parameter *Breite* zugeordnet.



Helix



- Mit der Funktion *Helix* eine Schraubenkurve mit einer Umdrehung erzeugen. Als Startpunkt wird *Eckpunkt_Zahnflanke_Kopf*, als Achse wird das Element *Drehachse* vorgegeben. Für die Steigung wird mittels des Icons *Formel* der Parameter *Steigung* und für die Höhe der Parameter *Breite* zugeordnet. Die Ausrichtung erfolgt gegen den Uhrzeigersinn, und der Anfangswinkel soll 0deg sein.

- Mit der Funktion *Translation* und dem Profiltyp *Explizit* eine Profilfläche erzeugen. Als *Profil* wird die Kurve *Zahnradquerschnitt_1* und als Führungskurve die zuvor erstellte Helix-Kurve vorgegeben. Als Referenzfläche wird die Zylinderfläche und als Referenzwinkel 0deg vorgegeben. Die Leitkurve ist das Element *Drehachse*.



Translation

- Den Körper *Zahnrad* nun als Objekt in Bearbeitung definieren.

Wechseln Sie mit der entsprechenden Funktion unter dem Startmenü in die Umgebung *Part Design*.

- Mit der Funktion *Fläche schließen* die Translationsfläche zu einem Körper auffüllen.
- Mit *Einfügen > Körper* einen neuen Körper erzeugen und mit *Bohrung_Welle* benennen.
- Mit *Einfügen > Geometrisches Set* ein neues Strukturierungselement unterhalb des zuvor erstellten Körpers erzeugen und auch mit *Bohrung_Welle* benennen.
- Mit der Funktion *Skizze mit Definition* einer absoluten Achse eine positionierte Skizze erstellen. Als Typ des Stützelementes wird *Positioniert*, als Typ des Ursprungs wird *Projektionspunkt* eingestellt. Als Referenz des Stützelementes wird *Drehachse* und als Referenz des Ursprungs wird *Mittelpunkt* eingestellt.
- Mit der Skizzenfunktion *Kreis* einen Kreis um den Koordinatenursprung der Skizze erstellen. Für den Radius wird die Formel $\text{Durchmesser_Welle}/2$ vorgegeben.
- Verlassen Sie die Skizzenumgebung, und benennen Sie die Skizze mit *Querschnitt_Aufnahme_Welle*.
- Mit der Funktion *Block* und der Auswahl *Querschnitt_Aufnahme_Welle* als Profil einen Zylinderkörper mit der Länge 200 mm erzeugen.
- Mit der booleschen Operation *Entfernen* wird der Körper *Bohrung_Welle* vom Zahnrad abgezogen.
- Mit *Bearbeiten > Kopieren* und *Bearbeiten > Einfügen* die Skizze *Querschnitt_Aufnahme_Welle* im gleichen Geometrischen Set verdoppeln und mit *Querschnitt_Abzug_Welle* benennen.
- Die Skizze *Querschnitt_Abzug_Welle* editieren (Doppelklick) und einen weiteren Kreis mit dem Durchmesser 500 mm und dem Skizzenkoordinatenursprung erzeugen.
- Verlassen Sie die Skizzenumgebung.



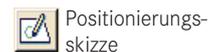
Fläche schließen



Körper



Geometrisches Set



Positionierungsskizze



Kreis



Block



Entfernen



Umgebung verlassen

Zum objektorientierten Einbau des Zahnrades auf einer Welle werden nun die Abzugskörper für den Sitz des Zahnrades auf der Welle für eine Montage von links oder von rechts erstellt und veröffentlicht.

- Mit *Einfügen > Körper* einen neuen Körper erzeugen und mit *Abzug_Welle_LI* benennen.



Körper



Block



Körper



Block

- Mit der Funktion *Block* und der Auswahl *Querschnitt_Abzug_Welle* als Profil einen Rohrkörper mit der Länge 0 mm und 1000 mm erzeugen.
- Mit *Einfügen > Körper* einen neuen Körper erzeugen und mit *Abzug_Welle_RE* benennen.
- Mit der Funktion *Block* und der Auswahl *Querschnitt_Abzug_Welle* als Profil einen Rohrkörper mit der Länge -1000 mm und dem Parameter *Breite* erzeugen.
- Mit der Funktion *Tools > Veröffentlichung* die Elemente *Zahnrad*, *Abzug_Welle_LI*, *Abzug_Welle_RE*, *Mittelpunkt*, *Drehebene*, *Drehachse*, *Zahnradquerschnitt*, *Kopfkreis* und *Achse_Zahnflanke_LI_OB* veröffentlichen.

7.9.5 Erstellen der Getriebezahnräder mit der anpassungsfähigen Vorlage

Die als Vorlage erstellte Konstruktion eines Zahnrades wird nun verwendet, um die zwei Zahnräder des Getriebes zu erstellen. Im ersten Schritt wird die Vorlage kopiert und dann auf die gewünschten Abmessungen angepasst.

Nach der bisherigen Konstruktion ergibt sich folgendes Bild der geladenen Vorlage:

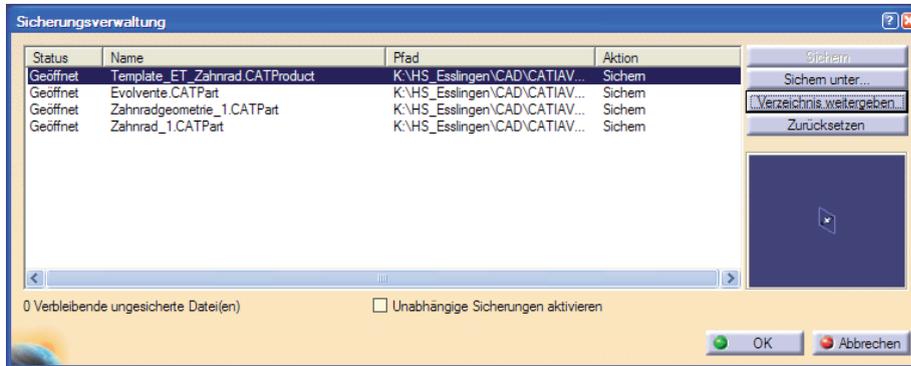


7.9.6 Kopieren der Vorlage für das erste Zahnrad

- Mit der Funktion *Datei > Sicherungsverwaltung* die als Baugruppe aufgebaute Vorlage kopieren, indem mit dem Icon *Sichern* folgende Dateien umbenannt werden:

Name in der Vorlage	Neuer Name
<i>Template_ET_Zahnrad.CATProduct</i>	<i>ET_Zahnrad_1.CATProduct</i>
<i>Template_Zahnradgeometrie.CATPart</i>	<i>Zahnradgeometrie_1.CATPart</i>
<i>Template_Zahnrad.CATPart</i>	<i>Zahnrad_1.CATPart</i>

Die Datei *Evolvente.CATPart* bleibt unverändert und wird von allen folgenden Zahnradern genutzt.



→ Mit *OK* die Sicherungsverwaltung verlassen.

7.9.7 Anpassen der Vorlage für das erste Zahnrad

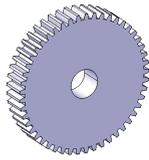
- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in das Bauteil *Zahnradgeometrie_1* wechseln.
- Ändern Sie die Parameter *Anzahl_Zaehne* auf den Wert 13 und *Modul* auf den Wert 22 mm, und aktualisieren Sie das Bauteil.
- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in das Bauteil *Zahnrad_1* wechseln.
- Ändern Sie die Parameter *Durchmesser_Welle* auf den Wert 100 mm und *Breite* auf den Wert 200 mm, und aktualisieren Sie das Bauteil.
- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in die Baugruppe *ET_Zahnrad_1* wechseln.
- Mit *Datei > Sicherungsverwaltung* die gesamte Zahnradkonstruktion abspeichern.

7.9.8 Kopieren der Vorlage für das zweite Zahnrad

- Laden Sie die ursprüngliche Vorlage der Zahnradkonstruktion nochmals, und wiederholen Sie den Kopiervorgang mit der Funktion *Datei > Sicherungsverwaltung*. Verwenden Sie die gleiche Namenskonvention wie beim ersten Zahnrad und ersetzen nur die 1 durch eine 2.

7.9.9 Anpassen der Vorlage für das zweite Zahnrad

- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in das Bauteil *Zahnradgeometrie_2* wechseln.
- Ändern Sie die Parameter *Anzahl_Zaehne* auf den Wert 49 und *Modul* auf den Wert 22 mm, und aktualisieren Sie das Bauteil.



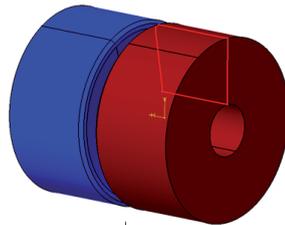
- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in das Bauteil *Zahnrad_2* wechseln.
- Ändern Sie die Parameter *Durchmesser_Welle* auf den Wert 230 mm und *Breite* auf den Wert 200 mm, und aktualisieren Sie das Bauteil.



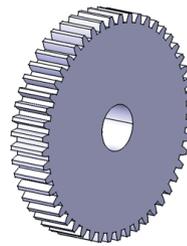
Hinweis

Das aus der Vorlage erzeugte Zahnrad hat ein Gewicht von fast 90 kg. An diesem Zahnrad wird deshalb eine ergänzende Konstruktion zur Gewichtsreduzierung hinzugefügt. Hierzu werden zwei weitere Körper aufgebaut, deren Form vom Zahnrad abgezogen wird.

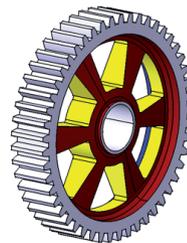
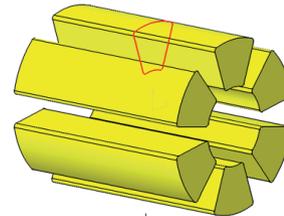
Gewichtsreduzierung_radial



Zahnrad Grundkörper



Gewichtsreduzierung_axial



Körper



Geometrisches Set



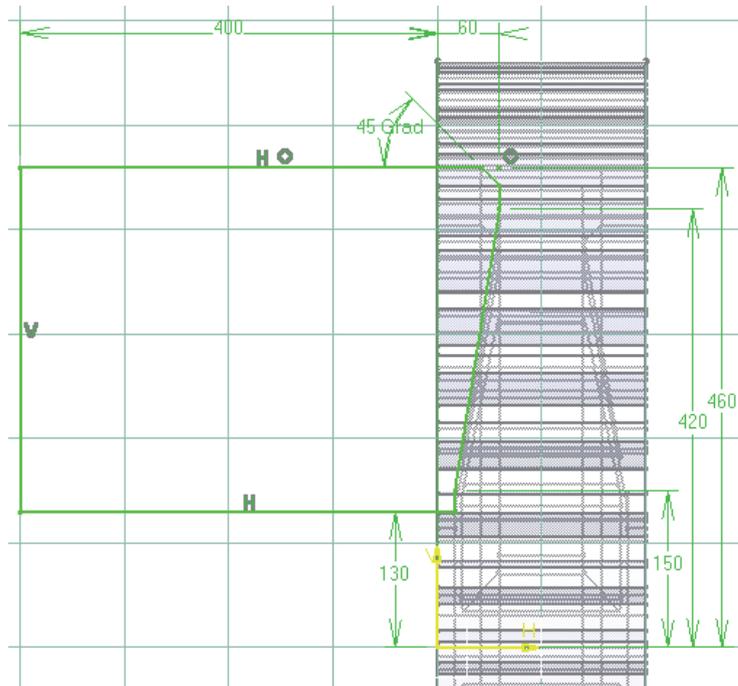
Ebene



Positionierungsskizze

- Mit *Einfügen* > *Körper* einen neuen Körper erstellen und mit *Gewichtsreduzierung_radial* benennen.
- Mit *Einfügen* > *Geometrisches Set* ein neues Strukturierungselement im gleichnamigen Körper erstellen und auch mit *Gewichtsreduzierung_radial* benennen.
- Mit der Funktion *Ebene* und dem Ebenentyp *Parallel durch Punkt* eine neue Ebene erstellen. Referenz ist die *zx*-Ebene, und der Punkt für die Ebenenlage ist unter *Externe Verweise* der Punkt *Mittelpunkt*. Die Ebene mit *Querschnittsebene* benennen.
- Mit *Positionierungsskizze* eine neue Kurve skizzieren. Im Positionierungsdialog unter *Stützelement der Skizze* den Typ *Positioniert* einstellen und als Referenz *Querschnittsebene* sowie unter *Ursprung* den Typ *Projektionspunkt* und als Referenz den Punkt *Mittelpunkt* vorgeben.

→ Mit den Skizzenfunktionen *Profil* und *Bedingung* folgende Kurve aufbauen:



Profil

→ Verlassen Sie die Skizzenumgebung, und benennen Sie die Skizze mit *Reduzierungsquerschnitt*.



Umgebung verlassen

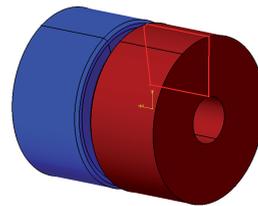
→ Mit der Funktion *Ebene* und dem Ebenentyp *Offset von Ebene* eine neue Ebene erstellen. Referenz ist die Ebene *Drehebene* unter *Externe Verweise*. Die Ebene mit *Spiegelebene* benennen.



Ebene

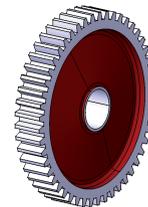
→ Mit *Start > Part Design* in die Teilekonstruktion wechseln.

→ Mit der Funktion *Welle* und Vorgabe der Skizze *Reduzierungsquerschnitt* als Profil einen Rotationskörper erstellen. Als Begrenzung wird unter erster Winkel der Wert 360deg, unter zweiter Winkel der Wert 0deg und als Achse das Element *Drehachse* unterhalb von *Externe Verweise* vorgegeben.



→ Mit der Funktion *Spiegeln* wird nun der Rotationskörper an dem Element *Spiegelebene* gespiegelt.

→ Mit der booleschen Operation *Entfernen* wird der Körper *Gewichtsreduzierung_radial* vom Zahnrad abgezogen.

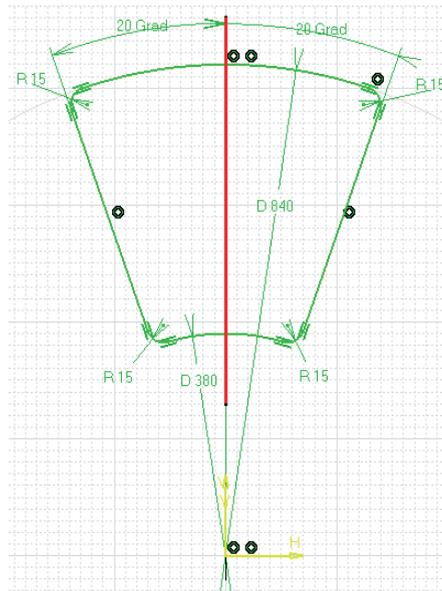


Entfernen

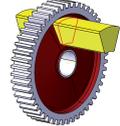
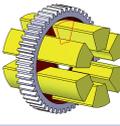
7.9.10 Axiale Gewichtsreduzierung

-  Körper
-  Geometrisches Set
-  Positionierungsskizze
-  Profil
-  Kreis
-  Linie
-  Ecke
-  Bedingung
-  Umgebung verlassen

- Mit *Einfügen* > *Körper* einen neuen Körper erstellen und mit *Gewichtsreduzierung_axial* benennen.
- Mit *Einfügen* > *Geometrisches Set* ein neues Strukturierungselement im gleichnamigen Körper erstellen und auch mit *Gewichtsreduzierung_axial* benennen.
- Mit *Positionierungsskizze* eine neue Kurve skizzieren. Im Positionierungsdialog unter *Stützelement der Skizze* den Typ *Positioniert* einstellen und als Referenz *Drehebene* vorgeben sowie unter *Ursprung* den Typ *Projektionspunkt* und als Referenz den Punkt *Mittelpunkt* vorgeben.



- Mit den Skizzenfunktionen *Profil* und *Bedingung* abgebildete Skizze aufbauen:
- Mit der Skizzenfunktion *Kreis* zuerst zwei Kreise um den Koordinatenursprung erstellen und mit 380 mm und 840 mm als Durchmesser bemessen.
- Mit der Skizzenfunktion *Linie* zwei Linien vom Koordinatenursprung zum äußeren Kreis erzeugen.
- Mit der Skizzenfunktion *Ecke* zuerst die äußeren oberen Ecken erstellen, dann die unteren.
- Mit der Skizzenfunktion *Bedingung* die restlichen Winkelvorgaben und Radien bemaßen.
- Die Skizzierer-Umgebung verlassen und mit *Reduzierungsquerschnitt* benennen.

<p>→ Mit der Funktion <i>Block</i> und der Skizze <i>Reduzierungsquerschnitt</i> einen Körper mit den Längen 500 mm, -500 mm erstellen.</p>	
<p>→ Mit der Funktion <i>Kreismuster</i> und dem Parameter <i>Exemplar(e)&Winkelabstand</i> den Körper radial sechsmal mit einem Winkelabstand von 60deg vervielfältigen.</p>	
<p>→ Mit der booleschen Operation <i>Entfernen</i> wird der Körper <i>Gewichtsreduzierung_axial</i> vom <i>Zahnrad</i> abgezogen.</p>	

-  Kreismuster
-  Entfernen

- Mit Doppelklick im Strukturbaum nun in die Baugruppe *ET_Zahnrad_2* wechseln.
- Mit *Datei > Sicherungsverwaltung* die gesamte Zahnradkonstruktion abspeichern.

■ 7.10 Erstellen der Baugruppe

Die einzelnen CATParts *Bezugssystem*, *Kugellager_1_1*, *Kugellager_1_2*, *Kugellager_2_1* und *Kugellager_2_2* sowie die CADProducts *ET_Zahnrad_1* und *ET_Zahnrad_2* sind nun schon in Nulllage aufgebaut. Um die Wellen mit den Zahnrad- und Kugellagersitzen zu erstellen, müssen diese in Einbaulage positioniert werden. Die Baugruppe wird nun erstmalig erstellt, das Bezugssystem als unverschiebbare Basis eingefügt, und anschließend werden alle bisherigen Bauteile in die Baugruppe eingefügt und zum Bezugssystem ausgerichtet.

7.10.1 Einbau und Positionieren des Bezugssystems und der Zahnräder

- Mit der Funktion *Datei > Neu* und der Auswahl *Product* ein CATProduct erstellen und mit *Getriebekonstruktion* benennen.
- Mit der Funktion *Komponenten > Vorhandene Komponente ...* aus dem Kontextmenü des Produktes die Datei *Bezugssystem.CATPart* und die beiden Zahnräder *ET_Zahnrad_1.CATProduct* und *ET_Zahnrad_2.CATProduct* in das Produkt einbinden. Im nächsten Schritt werden die Zahnräder *positioniert*, indem *Bedingungen zwischen dem Bezugssystem.CATPart und ET_Zahnrad_1.CATProduct* sowie dem *ET_Zahnrad_2.CATProduct* erzeugt werden.
- Mit der Bedingung *Komponente fixieren* wird zuerst das *Bezugssystem* in der Nulllage fixiert.
- Mit der *Kongruenzbedingung* werden die veröffentlichte *Drehachse* des *Zahnrad_1* und die veröffentlichte *Drehachse_1* des *Bezugssystems* zur Deckung gebracht.
- Mit *Offsetbedingung* die veröffentlichte *Drehebene* aus *Zahnrad_1* und die veröffentlichte *Aufbauebene_1* aus *Bezugssystem* verknüpfen und mit dem Abstandswert *Omm* versehen.
- *Zahnrad_2* wird in gleicher Weise mit einer *Kongruenzbedingung* und einer *Offsetbedingung* zum *Bezugssystem* diesmal aber zur *Drehachse_2* positioniert.

