

## 2 Produktmodellierung mit NX 9 – Autofelge

In diesem Kapitel erfahren Sie Einiges über die Freiformflächenmodellierung mit NX 9. Anhand einer Anleitung zur Erzeugung einer Felge werden Ihnen Grundlagen der Freiformflächenmodellierung vermittelt und gleichzeitig die Möglichkeit der direkten Umsetzung geboten. Auf Letzteres wurde bei der Erstellung dieser Anleitung besonderes viel Wert gelegt.

### 2.1 Arbeitsvorbereitung

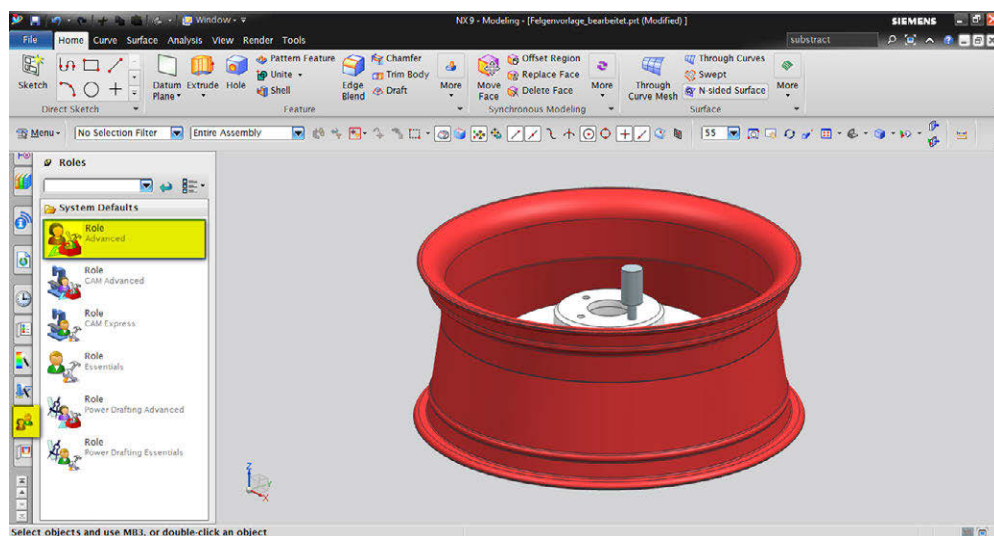
Um ein effizienteres Arbeiten mit NX 9 gewährleisten zu können, müssen vor Beginn der Modellierung einige Einstellungen vorgenommen werden. Dazu wird zunächst das Programm Siemens NX 9 gestartet.

#### 2.1.1 Rollendefinition

Um die gewünschten Funktionen von NX 9 benutzen zu können, wird unter dem Reiter **ROLES** die Rollendefinition **ADVANCED** ausgewählt.

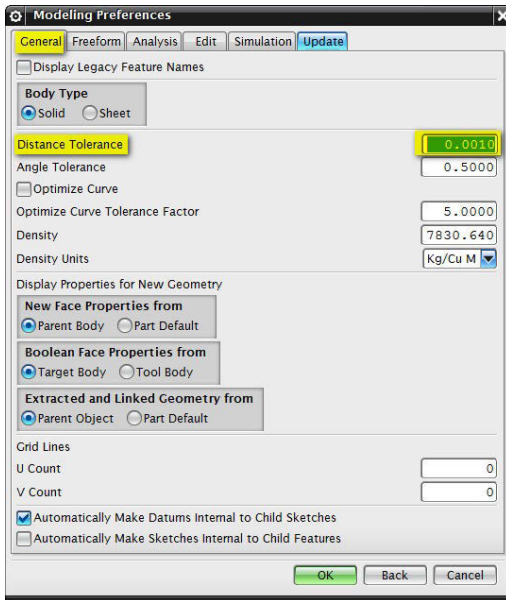
Über die Schaltfläche **OPEN** [STRG+O] soll zunächst die vorgegebene Vorlage der Felge **FELGENVORLAGE.PRT** geladen werden. Diese Vorlage dient als Referenz und wird in diesem Beispiel als PART-Datei für die Erzeugung der Felge bereitgestellt.

Nach erfolgreicher Rollendefinition und Auswahl der Vorlage sollte die Menüleiste folgendermaßen aussehen:



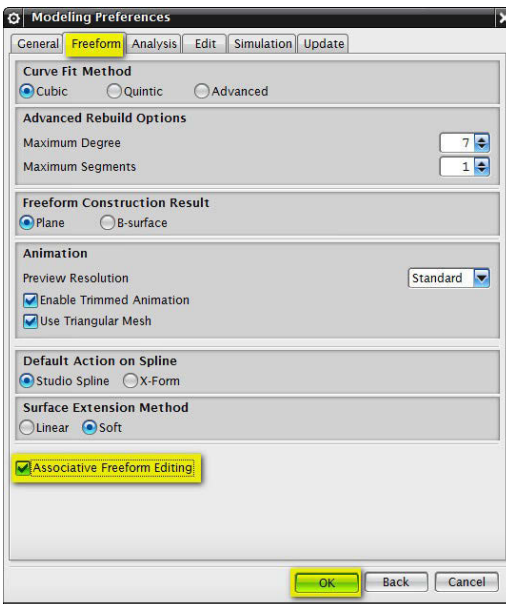
**Bild 2-1** Startfenster mit korrekter Rollendefinition

## 2.1.2 Toleranzen einstellen



Bevor mit dem Modellieren begonnen werden kann, müssen noch die Toleranzen eingestellt werden. Diese sind unter **[MENU > PREFERENCES > MODELING]** zu finden. Die **DISTANCE TOLERANCE** wird mit dem Wert **0.001** definiert.

**Bild 2-2** Toleranzeinstellungen

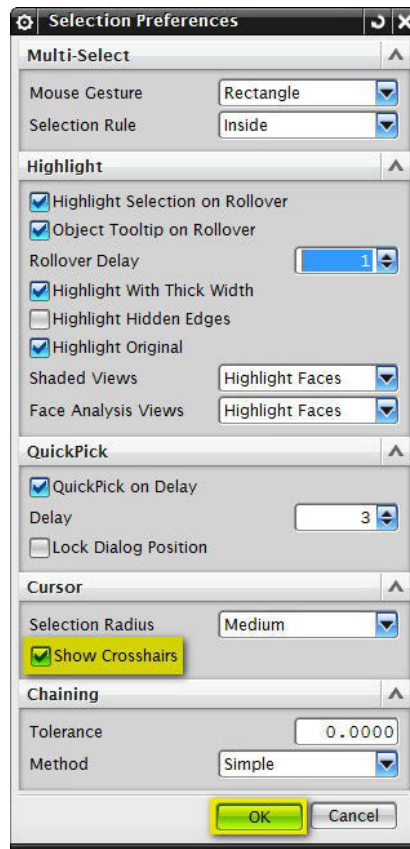


Des Weiteren sollte überprüft werden, ob unter dem Reiter **FREEFORM** der Haken bei **ASSOCIATIVE FREEFORM EDITING** gesetzt ist. Falls dies nicht der Fall ist, korrigieren Sie bitte die Auswahl und bestätigen mit **OK**.

**Bild 2-3** Toleranzeinstellungen–2

### 2.1.3 Fadenkreuz

Eine sehr hilfreiche Funktion im Modellieren mit NX ist das ‚Crosshair‘ (Fadenkreuz). Aktivieren kann man es unter [**FILE > ALL PREFERENCES > SELECTION**] oder über die Tastenkombination [**STRG+SHIFT+T**]. Es öffnet sich das Fenster **SELECTION PREFERENCES** in dem man im Untermenü **CURSOR** den Haken bei **SHOW CROSSHAIRS** setzt.



**Bild 2-4** Fadenkreuz einstellen

Die Eingaben werden mit **OK** bestätigt.

Was die Arbeitsvorbereitung betrifft, hat jeder Anwender individuelle Vorlieben. Je nach Bedarf, kann die Werkzeugleiste im weiteren Verlauf dieser Anleitung nach individuellen Vorlieben ergänzt bzw. verändert werden. Die hier beschriebene Einstellung stellt lediglich eine Möglichkeit dar.

## 2.2 Modellieren der Felge

### 2.2.1 Definieren des Arbeitsbereiches

Um den Arbeitsbereich zu definieren, wird die zuvor geladene Felgenvorlage verwendet. Diese wird im Halbschnitt entlang der XZ-Ebene geschnitten. Dazu wird in der Menüleiste unter dem Reiter **VIEW** die Funktion **CLIP SECTION [STRG+H]** gewählt.

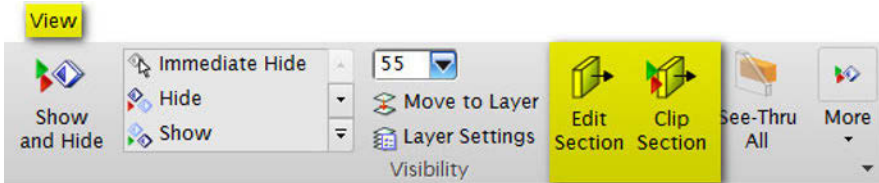


Bild 2-5 Erzeugen des Halbschnitts

Als nächstes wird die Funktion **EDIT SECTION** gewählt. Es öffnet sich das Fenster **VIEW SECTION**. Im Untermenü **,Offset‘** wird **SPECIFY TRANSFORM** gewählt. Diese Funktion ermöglicht die beliebige Positionierung des WCS.

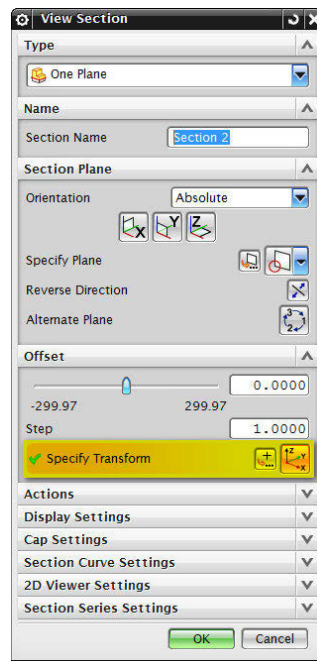
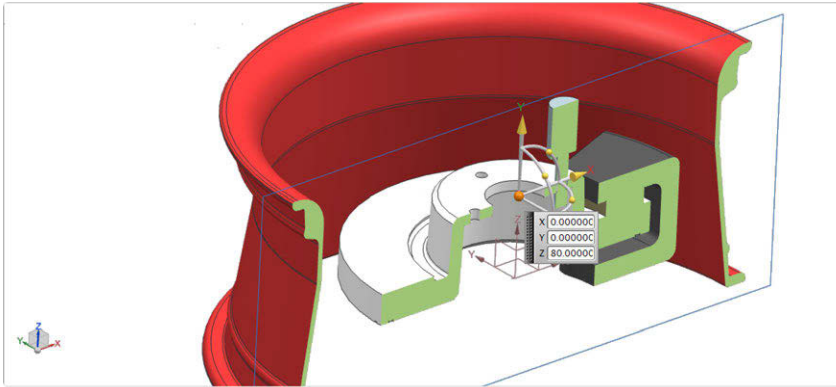


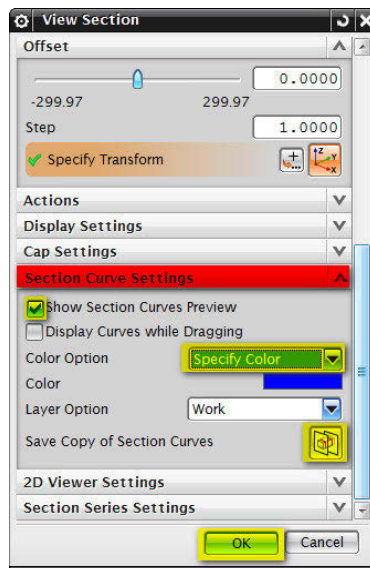
Bild 2-6 Positionierung des WCS-Menü

Das WCS soll folgendermaßen platziert werden:  $[X = 0; Y = 0; Z = 80]$



**Bild 2-7** Positionierung des WCS

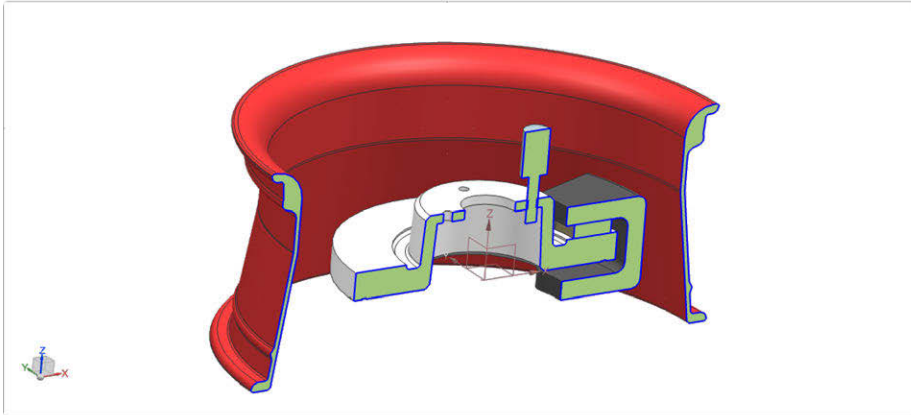
Im nächsten Schritt wird im Untermenü **SECTION CURVE SETTINGS** der Haken bei **SHOW SECTION CURVES PREVIEW** gesetzt. Diese Funktion ermöglicht das Anzeigen der Schnittkanten des Halbschnittes. Um nun die Schnittkanten sichtbar zu machen, muss noch eine Farbeinstellung vorgenommen werden. Dazu wird im gleichen Untermenü unter **COLOR OPTION** die Auswahl **SPECIFY COLOR** ausgewählt. Nun ist es möglich eine Farbwahl zu treffen. Dazu wählt man einfach die gewünschte Farbe aus und klickt auf den Button **SAVE COPY OF SECTION CURVES**.



**Bild 2-8** Darstellung der Schnittkanten

Die Auswahl wird mit **OK** bestätigt.

Nun sollte der physikalische Schnitt mit den farblich hervorgehobenen Schnittkanten folgendermaßen aussehen:



**Bild 2-9** Farblich hervorgehobener physikalischer Schnitt

Die dargestellten Schnittkanten dienen im weiteren Verlauf der Modellierung als Umgebungsinformation.

### 2.2.2 Studio Spline

In diesem Abschnitt der Modellierung werden Studio Splines erstellt, die eine wichtige Rolle für das spätere Design der Felge spielen. In diesem Beispiel wird eine gewöhnliche Felge erzeugt, die natürlich je nach Anwender und dessen Vorlieben in der Modellierung variieren kann.

Um einen Spline zu erzeugen, wählt man in der Menüleiste den Reiter **CURVE** und dort das Feature **STUDIO SPLINE** [MENU > INSERT > CURVE > STUDIO SPLINE].

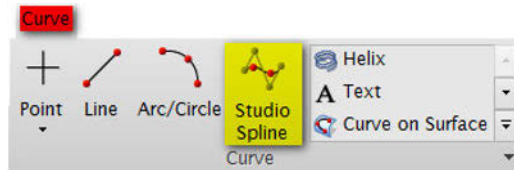


Bild 2-10 Auswahl Studio Spline

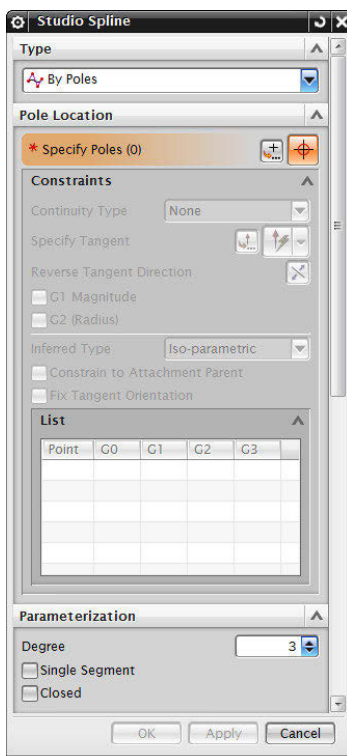


Bild 2-11 Studio Spline

Es öffnet sich folgendes Fenster:

Bevor mit dem Erzeugen des Splines begonnen werden kann, müssen einige Voreinstellungen getroffen werden. Im Untermenü **TYPE** soll nun **BY POLES** ausgewählt werden. Das hat den Vorteil, dass der Spline von Polpunkten abhängig gemacht wird. Im Untermenü **PARAMETERIZATION** wird der Wert **DEGREE** mit **3** festgelegt. Im Untermenü **DRAWING PLANE** wird die XZ-Ebene ausgewählt, da es andernfalls zu Tiefenverschiebungen der gesetzten Polpunkte kommen kann. Als letztes wird im Untermenü **MOVEMENT** die Auswahl auf **WCS** gesetzt und die im Bild 2-12 gezeigte Ebene ausgewählt.

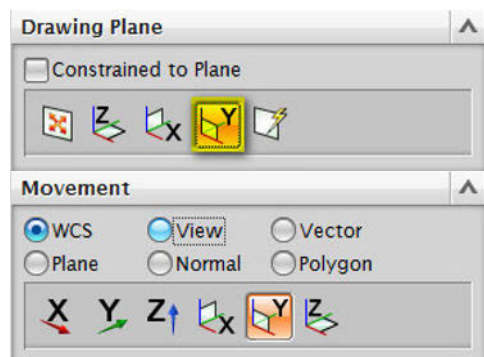


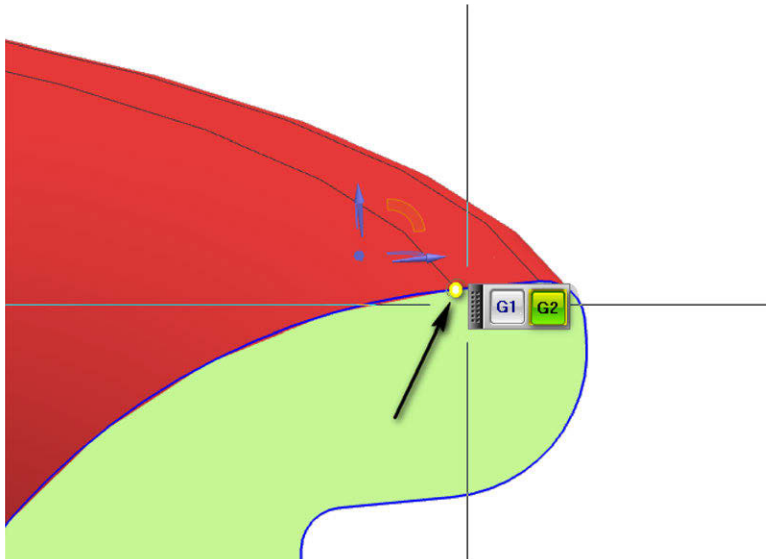
Bild 2-12 Ebenen auswählen

Bevor der erste Polpunkt des Splines gesetzt wird, sollte überprüft werden, ob die Funktion **ENABLE SNAP POINT** angewählt ist. Denn ist diese Funktion nicht aktiv, werden keine auswählbaren Punkte angezeigt. Aktivieren Sie diese Funktion.



**Bild 2-13** Enable Snap Point

Der Startpunkt des Splines soll in diesem Beispiel, wie in der unteren Abbildung zu sehen ist, im rechten Teil des Arbeitsbereiches sein. Um den Punkt auszuwählen, zoomen Sie die Anzeige an diese Stelle und selektieren Sie den angebotenen Punkt.



**Bild 2-14** Erster Polpunkt

Nachdem der Startpunkt gesetzt wurde, öffnet sich ein kleines Fenster neben dem Cursor mit den Schaltflächen G1 und G2. Diese Funktion entzieht den folgenden zwei Polpunkten ihren vertikalen Freiheitsgrad, das heißt die folgenden zwei Polpunkte können nur in Richtung des vordefinierten Vektors horizontal verschoben werden. Es soll, wie im **Bild 2-14** gezeigt ist, die Schaltfläche **G2** angewählt werden.

Anschließend werden die folgenden drei Polpunkte nacheinander mit einer leichten Krümmung wie in **Bild 2-15** gesetzt:

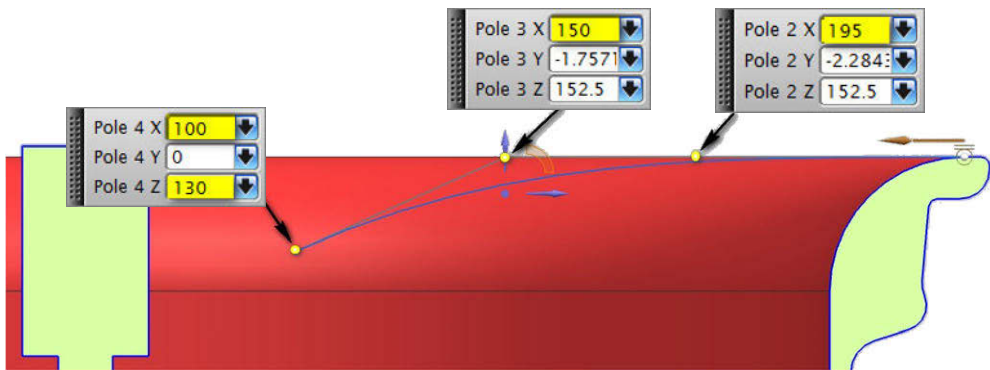


Bild 2-15 Festlegen der Polpunkte

Es folgt die Erzeugung des zweiten Splines, der die gleichen Einstellungen wie der erste Spline besitzen soll und an dessen Ende beginnen soll. **Bild 2-16** zeigt die ungefähre Anordnung der Polpunkte des zweiten Splines. Diese müssen nicht exakt gesetzt werden, jedoch sollte die Krümmung „harmonisch“ verlaufen und keine abrupte Änderung der Steigung aufweisen.

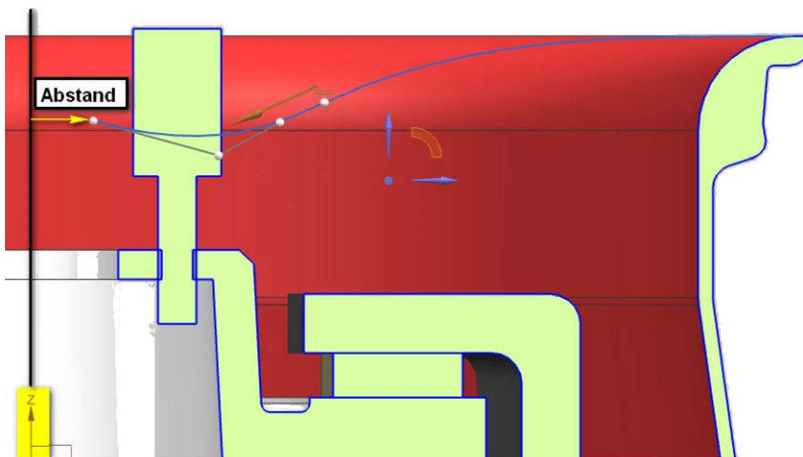
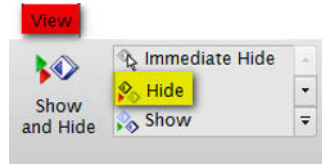


Bild 2-16 Zweiter Spline

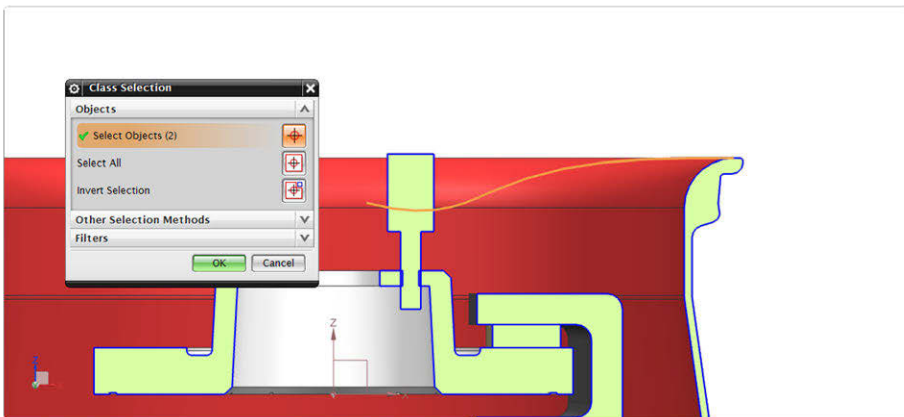
Bei der Erzeugung des zweiten Splines ist besondere Vorsicht geboten. Wie man im **Bild 2-16** sehen kann, endet der Spline kurz vor der Z-Achse. Das ist sehr wichtig, da sich dort später das Felgenloch befinden soll. Hat man den zweiten Spline erzeugt, wird das Fenster mit **OK** bestätigt und geschlossen.

Im nächsten Schritt soll nur noch der Spline sichtbar sein. Dazu werden alle anderen Elemente mit Hilfe der Funktion **HIDE [VIEW > HIDE]** ausgeblendet.

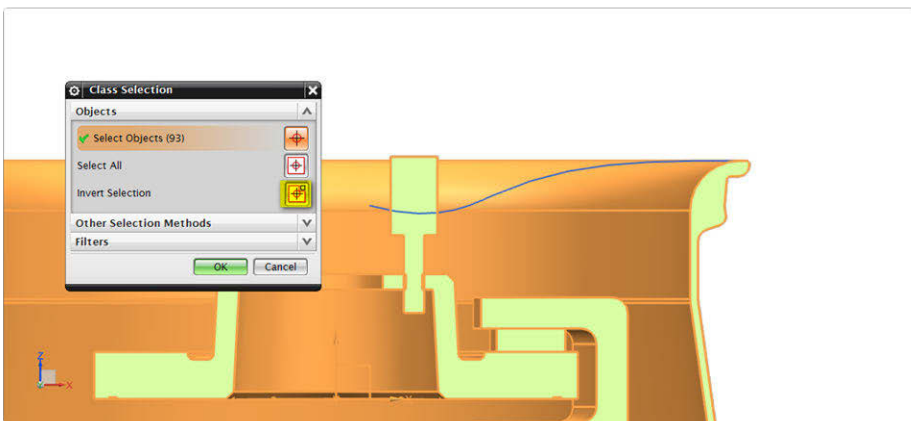


**Bild 2-17** Hide-Funktion

Es öffnet sich das Fenster **CLASS SELECTION** das die Auswahl der auszublendenden Elemente fordert. Hier sollen zunächst die eben erzeugten Splines angewählt werden und dann durch die **INVERT SELECTION** Funktion die Auswahl umgekehrt werden. Dies spart Zeit und ist zudem einfacher.



**Bild 2-18** Invert-Selection–1



**Bild 2-19** Invert-Selection–2

Die Auswahl wird mit **OK** bestätigt.

Jetzt ist nur noch der erzeugte Spline sichtbar. Das Koordinatensystem (DCS) kann wieder im Part Navigator durch **RECHTE MAUSTASTE > SHOW** sichtbar gemacht werden. Wenn alles korrekt durchgeführt wurde, sollte es ungefähr folgendermaßen aussehen:

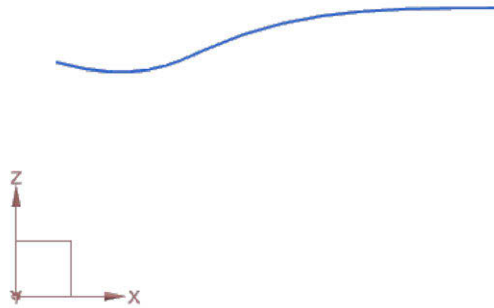
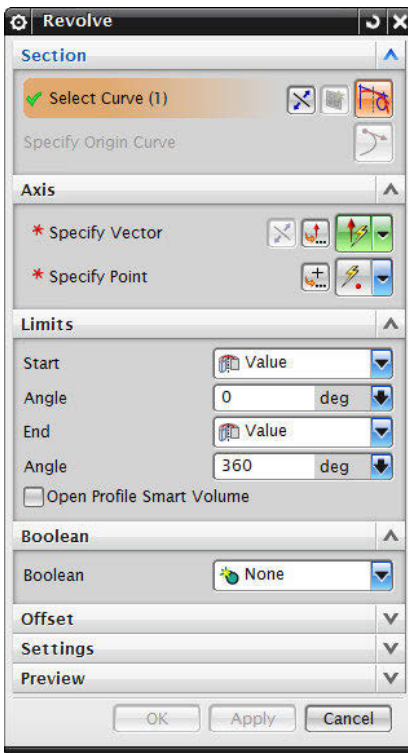


Bild 2-20 Erzeugter Spline

### 2.2.3 Revolve – Rotationskörper erzeugen



Stellen Sie sicher, dass die Funktion **CLIP SECTION** [MENU > VIEW > SECTION > CLIP SECTION] nicht mehr aktiviert ist, da anderenfalls nur die Hälfte des fertigen Rotationskörpers angezeigt wird.

Mit der Funktion **REVOLVE** [MENU > INSERT > DESIGN FEATURE > REVOLVE] erzeugen wir nun aus dem Spline einen Rotationskörper.

Um beide Kurventeile des Splines auszuwählen, markieren Sie zunächst einen Teil des Splines mit der linken Maustaste und wählen anschließend wie im **Bild 2-22** zu sehen ist, per Rechtsklick den markierten Bereich **TANGENT CURVES**.

Bild 2-21 Revolve-Funktion

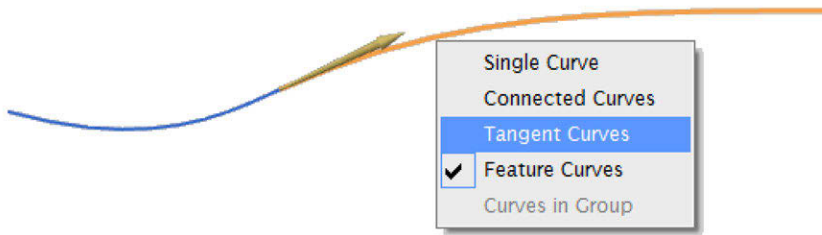
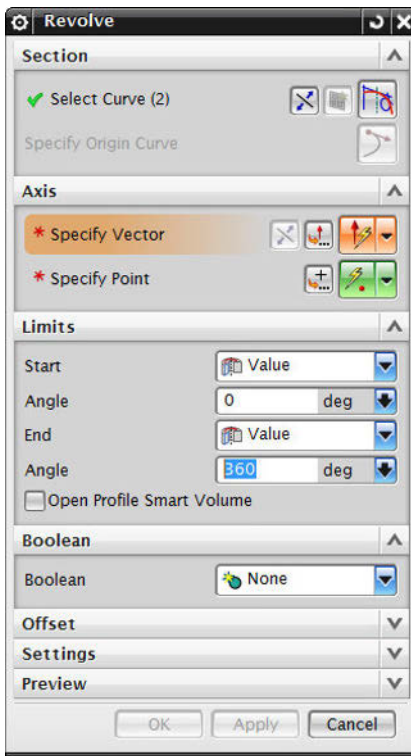


Bild 2-22 Spline-Auswahl



Nachdem beide Kurven des Splines markiert wurden, bestimmen wir die Achse, um welche rotiert werden soll. Klicken Sie unter dem Reiter **AXIS** auf **SPECIFY VECTOR** und wählen Sie anschließend die

**Z-ACHSE** im Hilfskoordinatensystem.

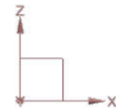


Bild 2-23 Achse wählen

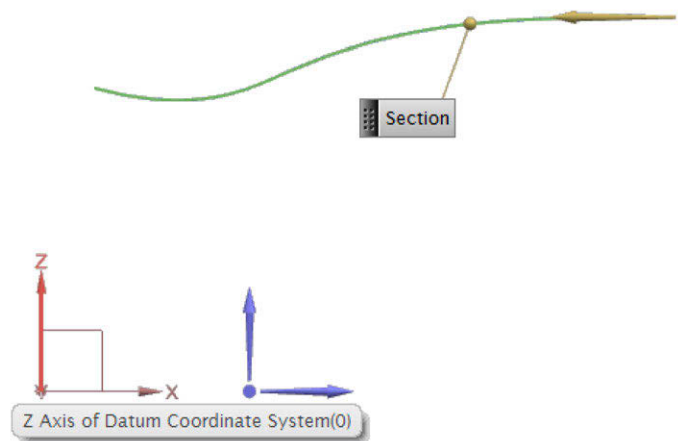
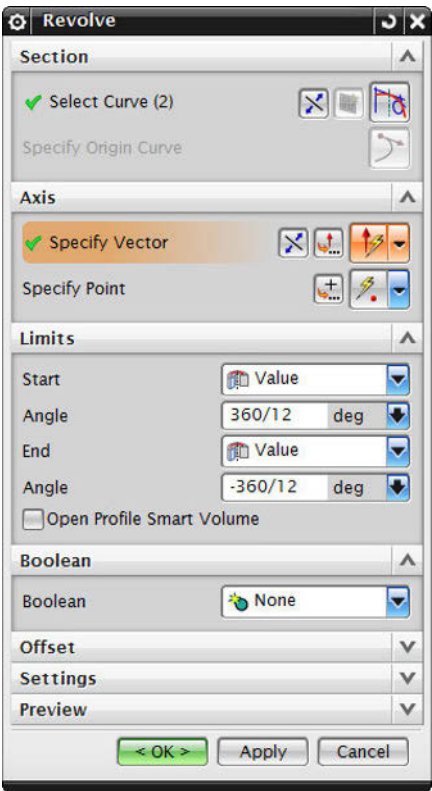


Bild 2-24 Wahl der Achse

Der Vorteil an dieser Auswahlmethode ist, dass die Option **SPECIFY POINT** gleich mit ausgewählt wird.



Jetzt bestimmen wir unter dem Reiter **LIMITS** den Winkel, innerhalb dessen der Rotationskörper erzeugt werden soll. Entnehmen Sie die Werte aus **Bild 2-25** und bestätigen Sie diese mit **OK**.

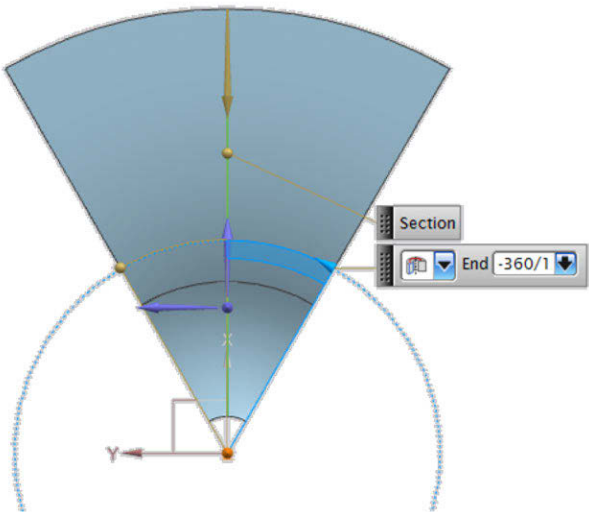


Bild 2-25 Revolve – Eingabe der Limits

### 2.2.4 Sketch – Erzeugen der Speichenform

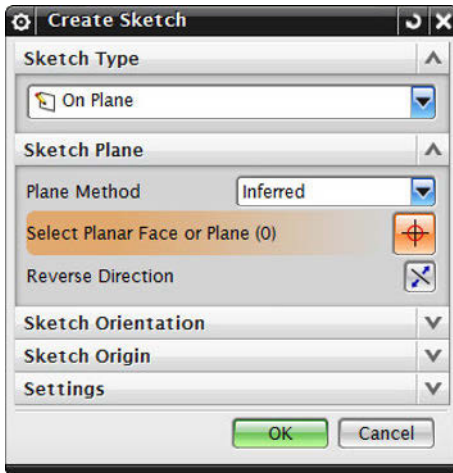


Bild 2-26 Sketch-Funktion

Im nächsten Schritt erstellen wir einen weiteren Volumenkörper. Hierzu wählen wir zunächst die Funktion **SKETCH IN TASK ENVIRONMENT** [MENU > INSERT > SKETCH IN TASK ENVIRONMENT] aus.

Nun wählen wir für die Zeile **SELECT PLANAR FACE OR PLANE** wie in Bild 2-27 zu sehen ist, die **XY-EBENE** aus und bestätigen die Auswahl mit **OK**.

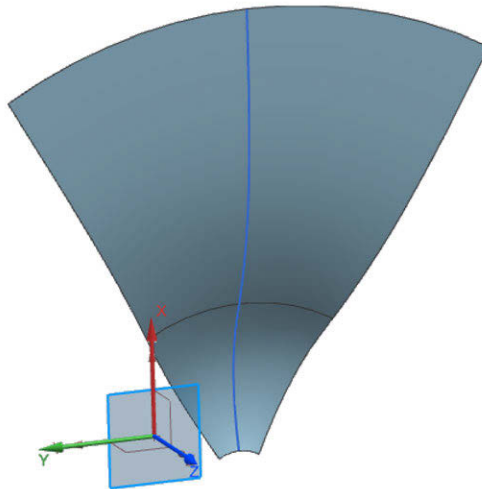
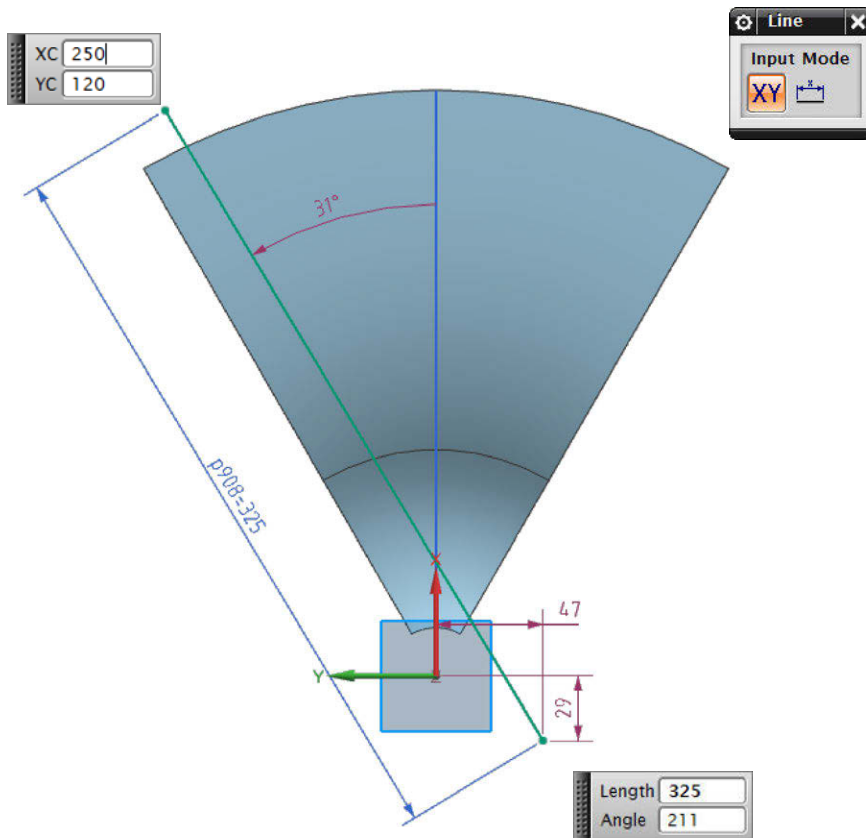


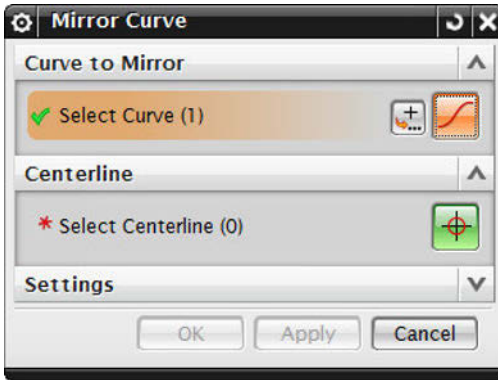
Bild 2-27 Erzeugter Rotationskörper

Damit die Bemaßung erzeugter Linien sichtbar wird, vergewissern Sie sich, dass die Funktion **CONTINUOUS AUTO DIMENSIONING** [MENU > TOOLS > SKETCH CONSTRAINTS > CONTINUOUS AUTO DIMENSIONING] aktiviert ist.

Bringen Sie den Volumenkörper in die unten gezeigte Position (automatische Ausrichtung **F8**). Klicken sie nun auf **LINE** [MENU > INSERT > CURVE > LINE] und ziehen Sie eine Linie, deren Werte Sie aus **Bild 2-28** entnehmen können.

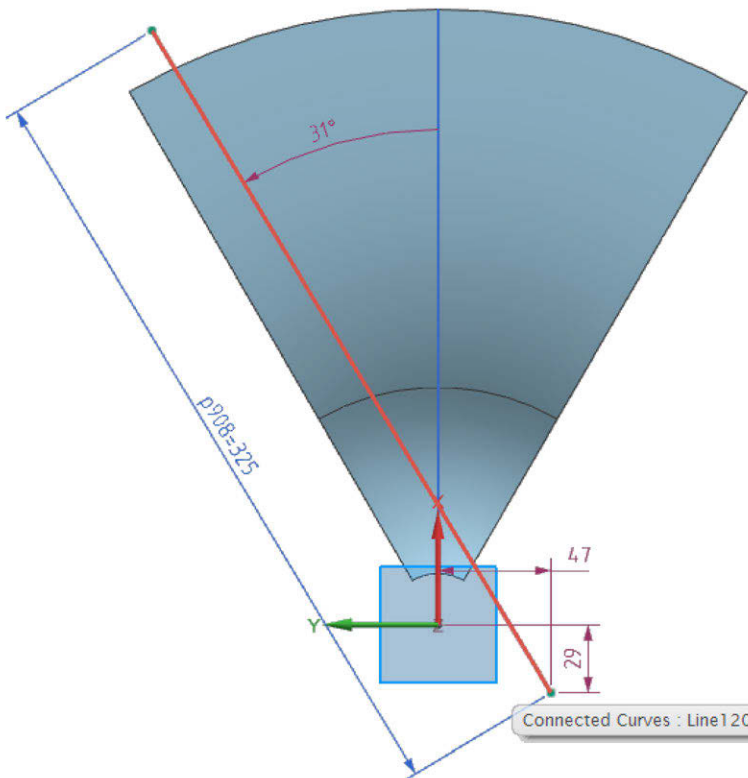


### 2.2.5 Sketch – Mirror Curve



Spiegeln Sie jetzt die erzeugte **LINE** mit der Funktion **MIRROR CURVE** [MENU > INSERT > DERIVED CURVE > MIRROR]. Für die Zeile **SELECT CURVE** ist die **LINE** aus **Bild 2-30** auszuwählen.

**Bild 2-29** Mirror Curve



**Bild 2-30** Auswahl der zu spiegelnden Linie

Als Centerline, also die Spiegelachse, wählen wir die **XZ-EBENE** wie in **Bild 2-32** dargestellt und bestätigen wieder mit **OK**.

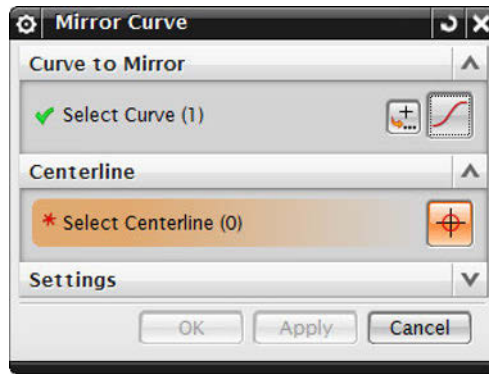


Bild 2-31 Auswahl der Centerline

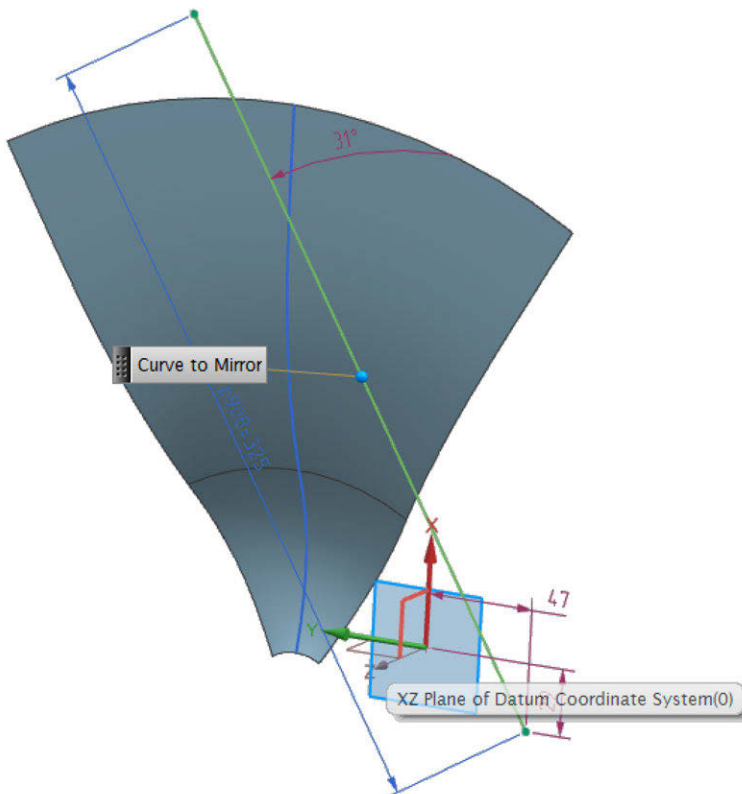
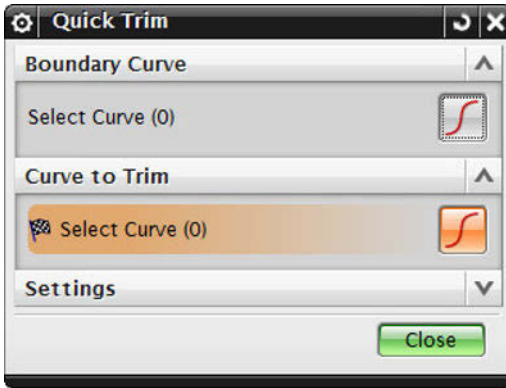


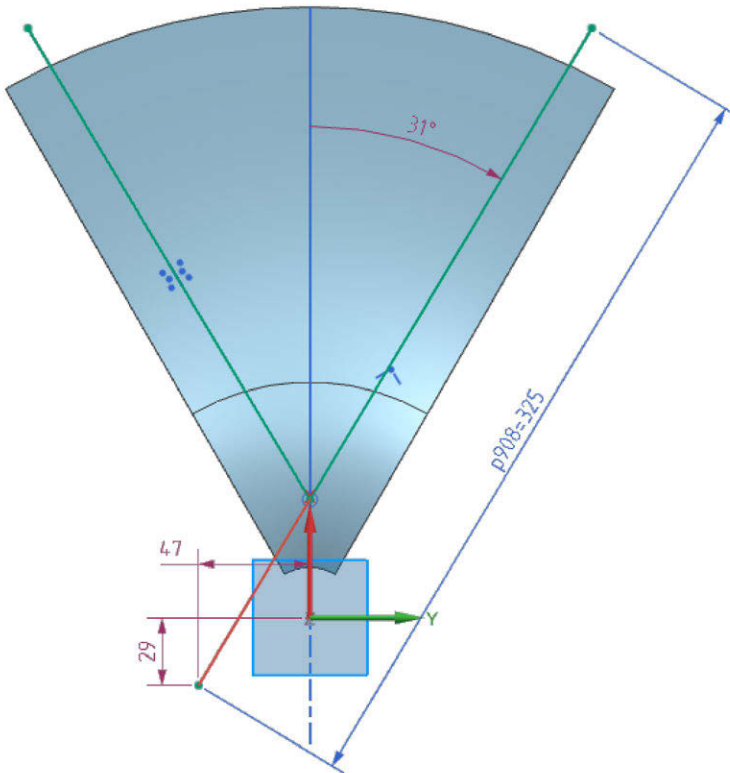
Bild 2-32 Auswahl der Spiegelebene

### 2.2.6 Sketch – Quick Trim



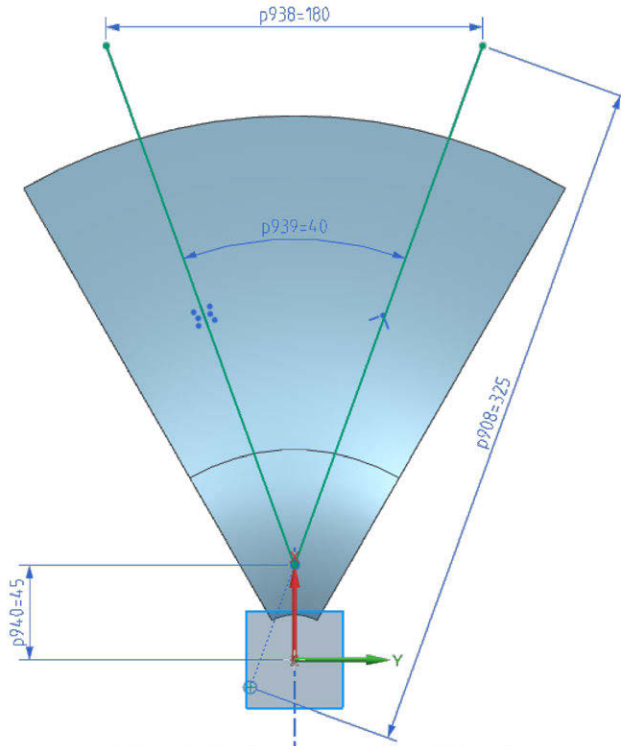
Nun trimmen wir den unteren Bereich der sich kreuzenden Lines wie in **Bild 2-34** zu sehen, mit der Funktion **QUICK TRIM** [MENU > EDIT > SKETCH CURVE > QUICK TRIM] in dem die zu entfernenden Bereiche der Lines angeklickt werden.

**Bild 2-33** Quick-Trim-Funktion



**Bild 2-34** Rotationskörper mit Bemaßung

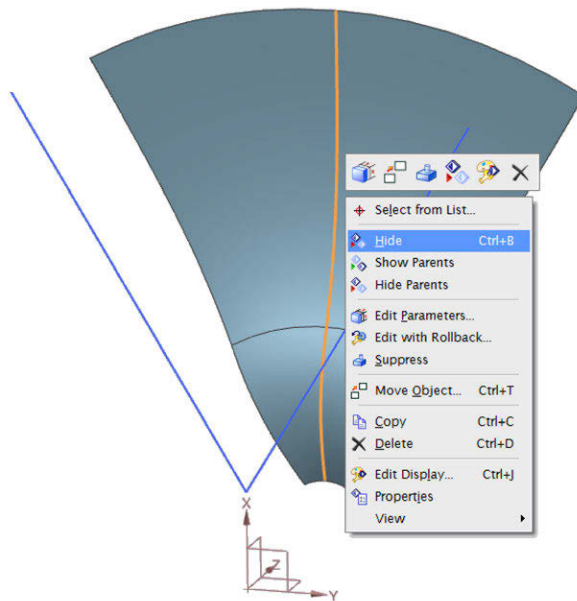
Mit der Funktion **RAPID DIMENSION** [MENU > INSERT > SKETCH CONSTRAINT > DIMENSION > RAPID DIMENSION] können Sie fehlende Maßpunkte einfügen, um die Geometrie der Linien der Geometrie aus **Bild 2-35** anzugleichen.



**Bild 2-35** Einfügen zusätzlicher Maßpunkte

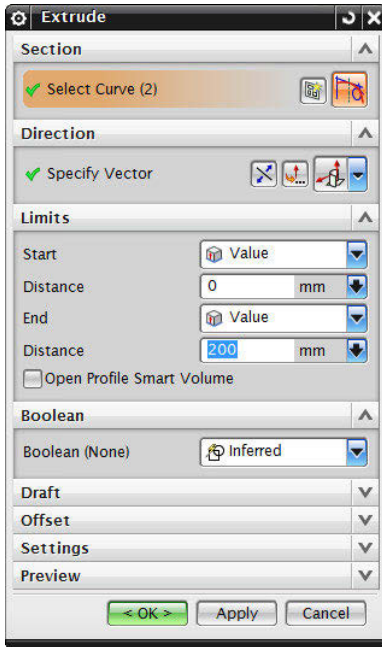
Beenden Sie den Sketch mit dem Icon **FINISH SKETCH** [MENU > TASK > FINISH SKETCH].

Per Rechtsklick auf den Spline kann dieser mit der **Hide**-Funktion unsichtbar gemacht werden, da er im weiteren Verlauf keine Anwendung hat.



**Bild 2-36** Ausblenden des Splines

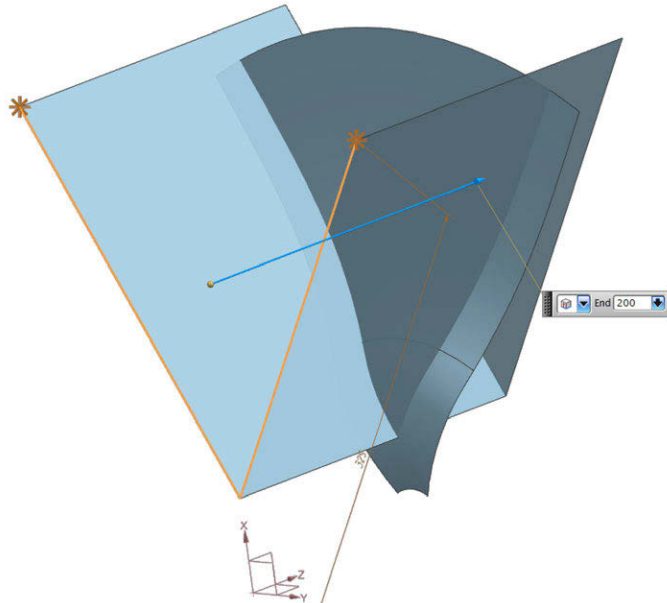
### 2.2.7 Extrude



**Bild 2-37** Extrude-Funktion

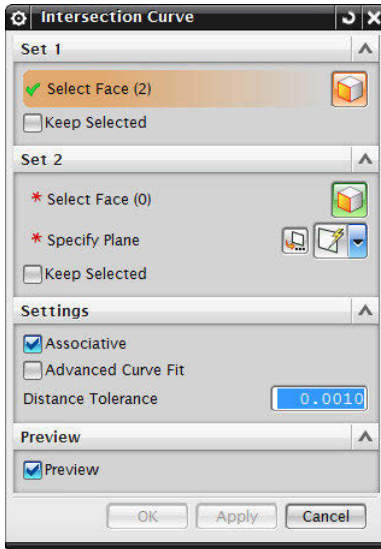
Wählen Sie jetzt die zuvor erstellten Linien aus und klicken anschließend auf Extrude [MENU > INSERT > DESIGN FEATURE > EXTRUDE]. Der nun entstandene Körper muss so weit extrudiert werden, dass dieser die Grundfläche wie im **Bild 2-38** abgebildet schneidet.

Die dabei entstehenden Schnittstellen ergeben die Schnittmenge.



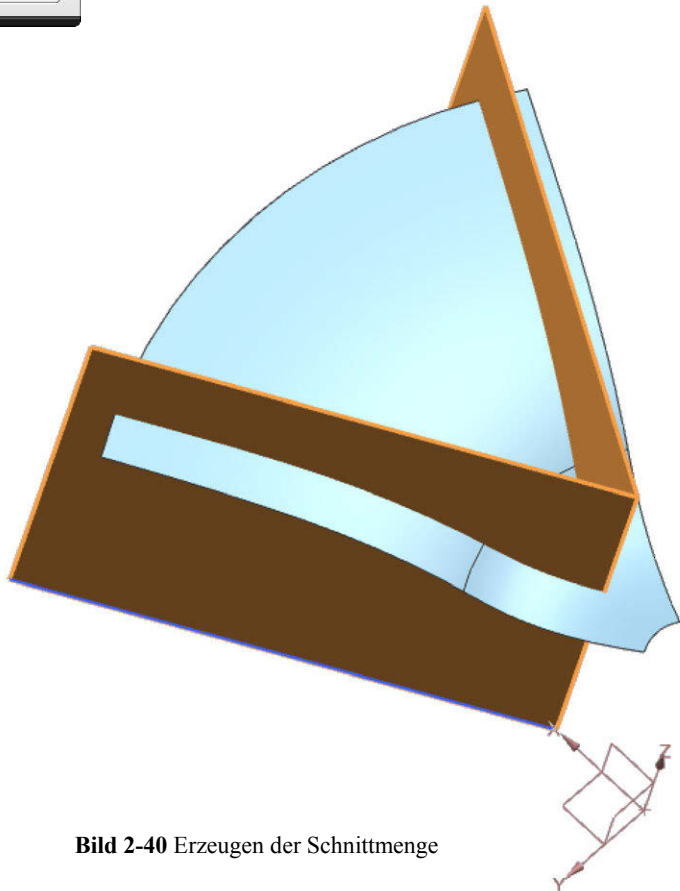
**Bild 2-38** Erzeugen einer Schnittmenge

### 2.2.8 Intersection Curve

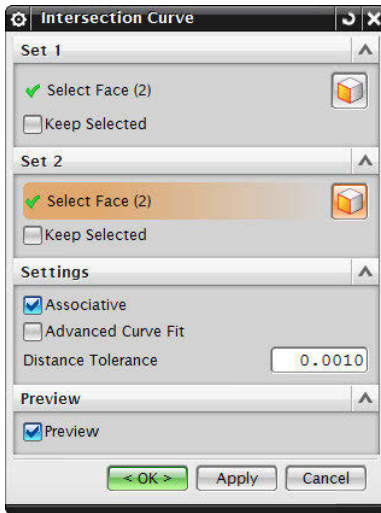


Mit Hilfe der Funktion **INTERSECTION CURVE** [MENU > INSERT > DERIVED CURVE > INTERSECT] erstellen wir die Schnittmenge, also den Bereich, indem sich die beiden Körper schneiden. Hierzu ist unter dem Reiter ‚Select Face‘ der zuvor erstellte Extrude auszuwählen.

**Bild 2-39** Extrude-Funktion

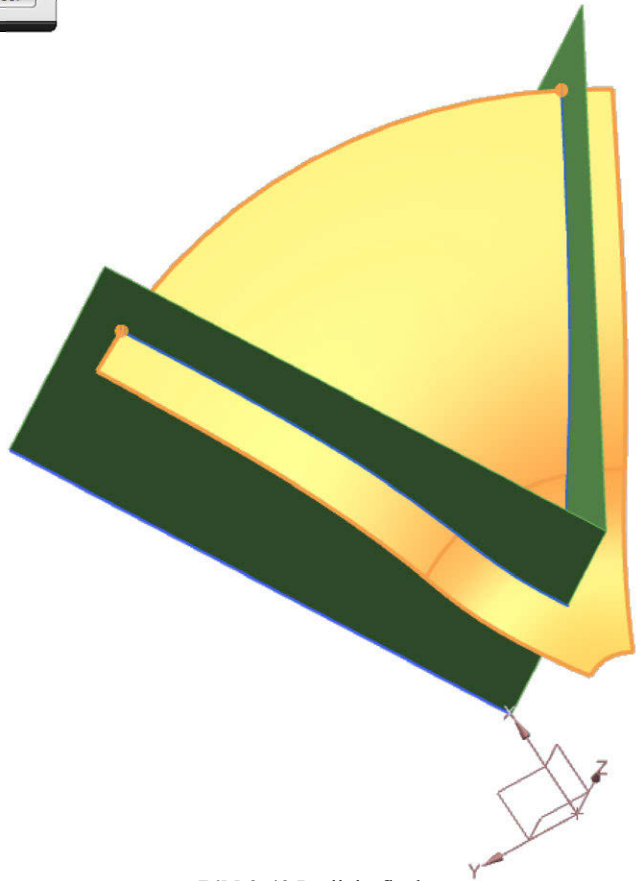


**Bild 2-40** Erzeugen der Schnittmenge



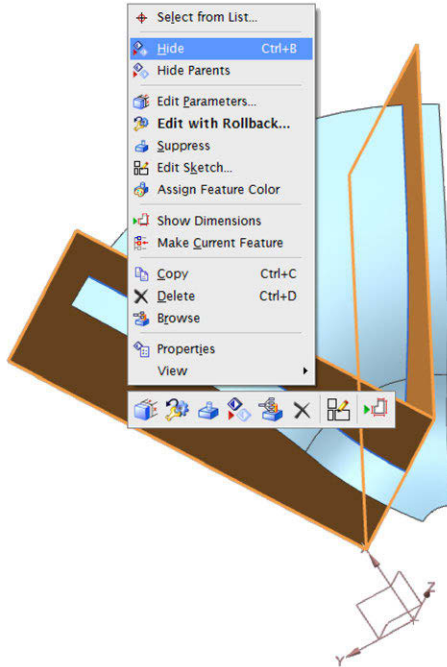
Nun ist noch unter ‚Select Face‘ die Grundfläche auszuwählen, welche sich mit dem Extrude schneidet. Achten Sie darauf, die Toleranz unter „Distance Tolerance“ dem angegebenen Wert anzugleichen. Bestätigen Sie mit OK.

**Bild 2-41** Intersection Curve



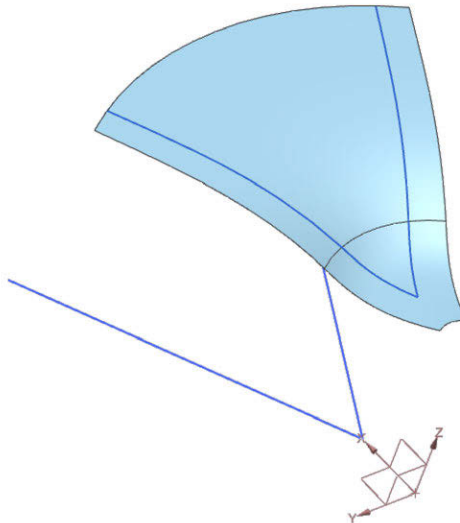
**Bild 2-42** Projizierfläche

Markieren Sie die Skizze und wählen Sie per Rechtsklick **Hide**, um die Skizze auszublenden.



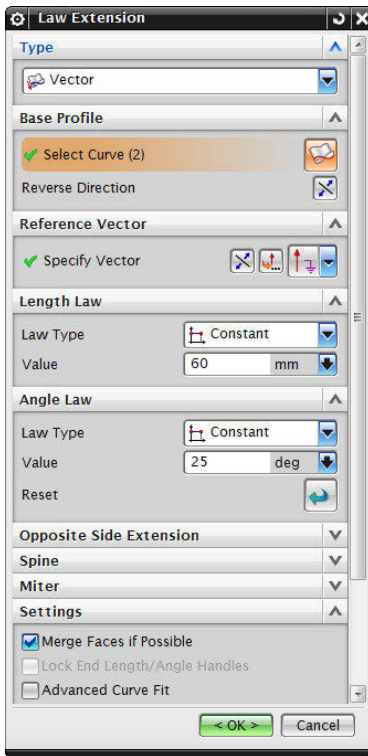
**Bild 2-43** Hide

Der Linienzug der Schnittmenge beider Körper sollte nun mit dem Kurvenverlauf der Grundfläche übereinstimmen.

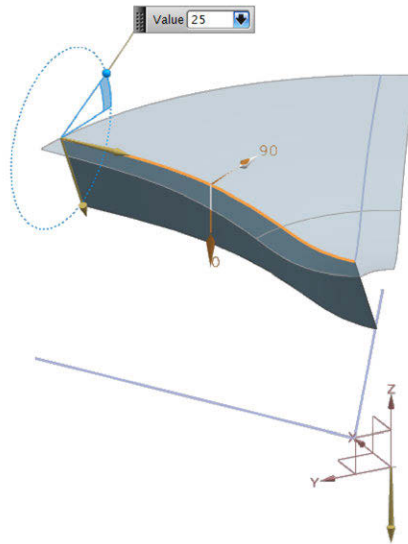


**Bild 2-44** Schnittmenge

### 2.2.9 Law Extension



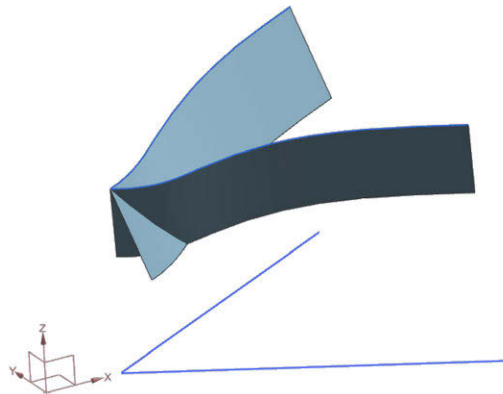
Mit Hilfe der Funktion **LAW EXTENSION** [MENU > INSERT > FLANGE SURFACE > LAW EXTENSION] wird nun aus diesem Linienzug eine Fläche generiert: Bearbeiten Sie zunächst nur einen der beiden Linienzüge mit den gegebenen Werten / Einstellungen und bestätigen Sie danach mit **Apply**.



**Bild 2-45** Law Extension

Wiederholen Sie anschließend diese Operation mit dem zweiten Linienzug. Beachten Sie dabei, dass das Vorzeichen des Winkels von 25 Grad auf -25 Grad zu ändern ist.

Für den nächsten Arbeitsschritt ist es vorteilhaft die Grundfläche mittels ‚**HIDE**‘ auszublenden.



**Bild 2-46** Ausblenden der Grundfläche

2.2.10 Aesthetic Face Blend – Verrunden der Speichen

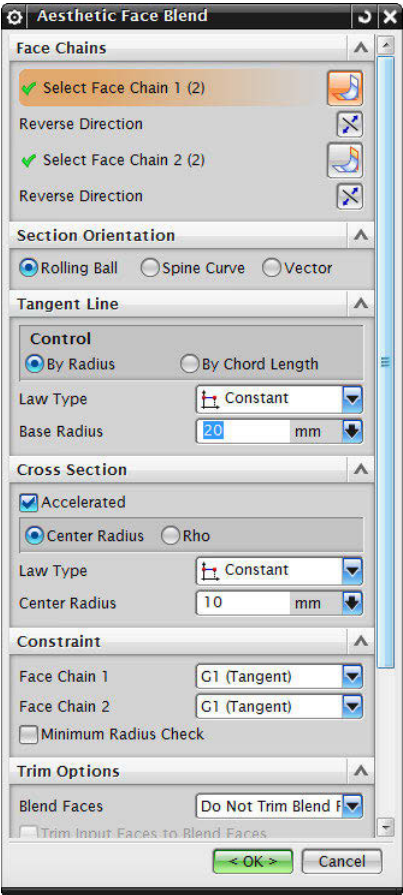


Bild 2-47 Aesthetic Face Blend

Jetzt verrunden wir die Schnittstelle der beiden Flächen mit der Funktion **AESTHETIC FACE BLEND** [MENU > INSERT > DETAIL FEATURE > AESTHETIC FACE BLEND]. Wählen Sie hierzu für den Reiter ‚Select Face Chain 1‘ und ‚Select Face Chain 2‘ jeweils eine der Flächen aus. Entnehmen sie alle weiteren Einstellungen dem **Bild 2-48**.

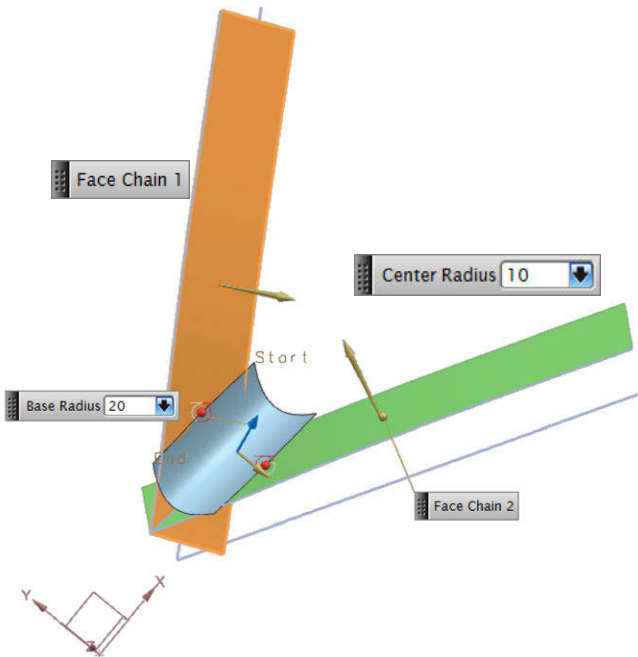
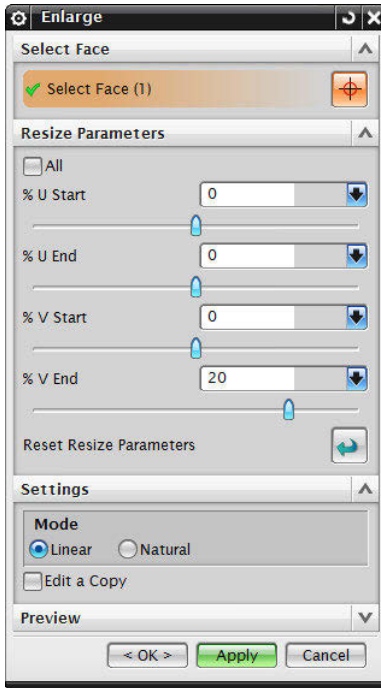


Bild 2-48 Verrunden der Schnittstelle

### 2.2.11 Enlarge — Flächenerweitern



Um eine Überschneidung der Abrundung mit der ausgeblendeten Grundfläche zu erhalten, muss diese mit der Funktion **ENLARGE** [MENU > EDIT > SURFACE > **ENLARGE**] verlängert werden. Machen Sie die Grundfläche wieder sichtbar, um die Überschneidung erkennen zu können.

Bild 2-49 Enlarge

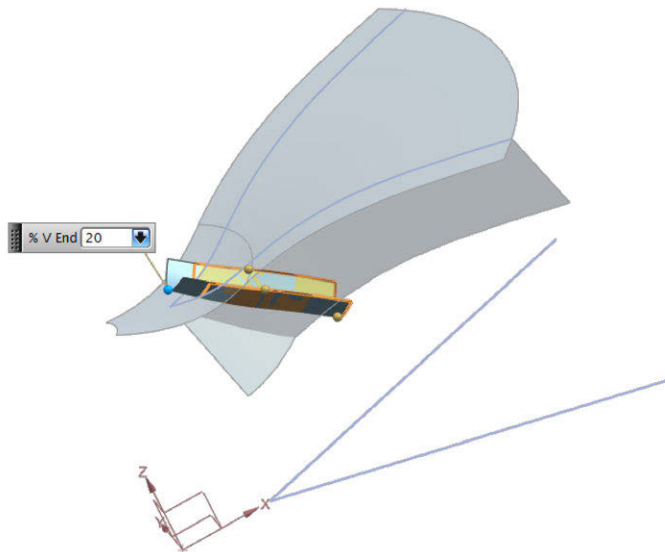
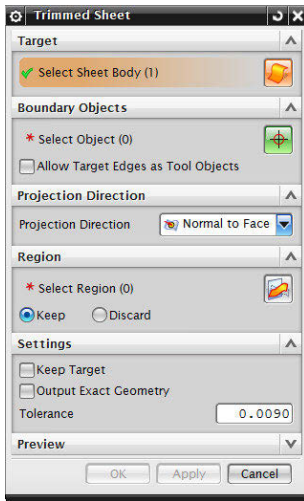


Bild 2-50 Verlängerung der Abrundung

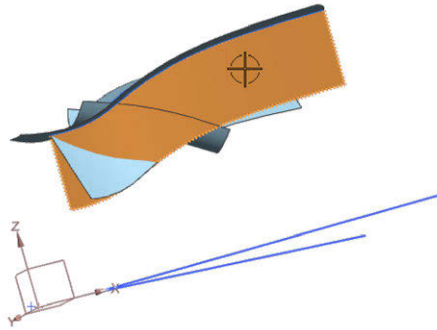
## 2.2.12 Trimmed Sheet – Beschneiden der Speichenform

Jetzt wird der Körper mit der Funktion **TRIMMED SHEET** in die richtige Form ‚getrimmt‘. **[MENU > INSERT > TRIM > TRIMMED SHEET]**.

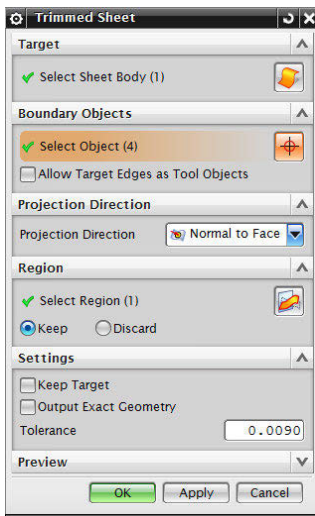
Ändern Sie als erstes die Toleranz unter dem Reiter ‚**Settings**‘ um Fehlermeldungen auf Grund von Ungenauigkeiten im Tausendstel-Bereich zu vermeiden. Verwenden Sie den Wert aus der Abbildung.



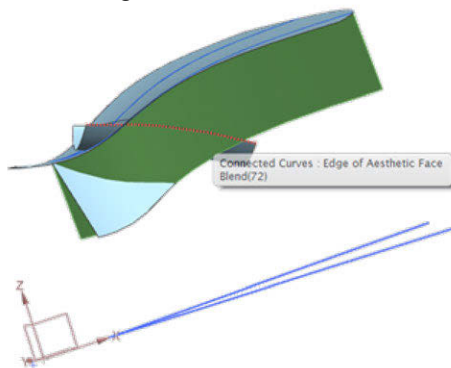
Unter ‚Target‘ wird jene Fläche ausgewählt, die es zu trimmen gilt. Dabei ist zu beachten, dass vorher die Überlegung gemacht werden muss, welcher Teil der ausgewählten Fläche erhalten bleiben soll und welcher Teil ‚getrimmt‘ wird bzw. wegfällt. Wählen Sie die in **Bild 2-51** gezeigte Fläche aus.



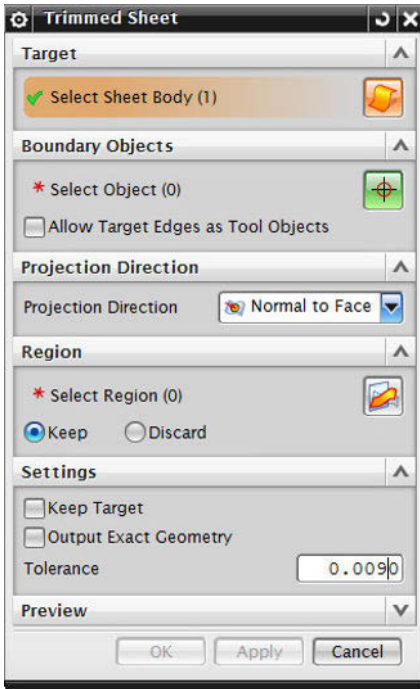
**Bild 2-51** Auswahl der Trimm-Fläche



Der Reiter **Boundary Objects** definiert die Grenze der Trimmung. Wählen Sie die Kante der Rundung aus und bestätigen Sie mit **Apply**. Somit fällt der restliche Teil ab der ausgewählten Grenze/Kante weg.



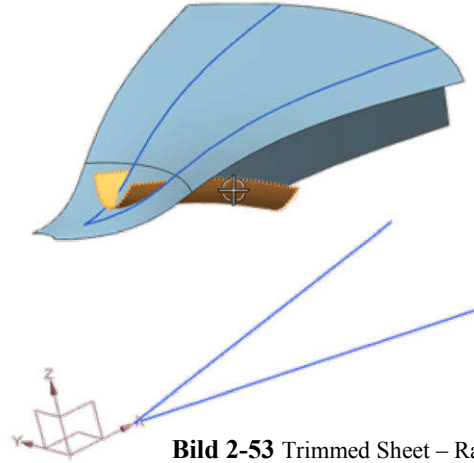
**Bild 2-52** Trimmed Sheet – Auswahl Boundary



Wiederholen Sie diesen Vorgang auf der anderen Seite analog zu der ersten.

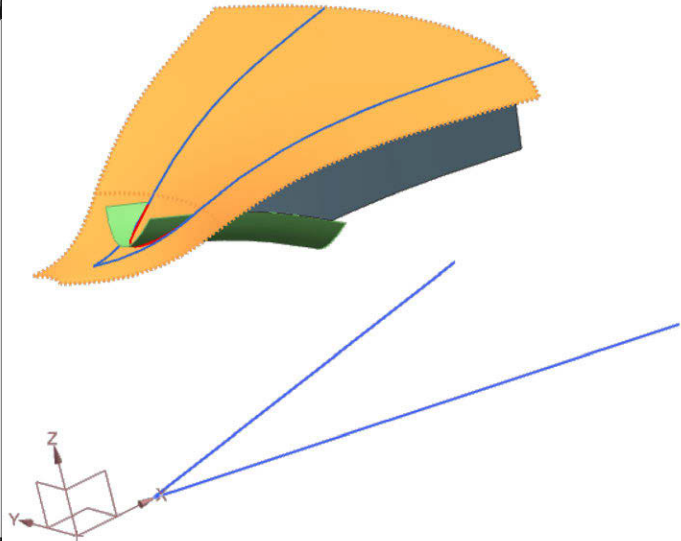
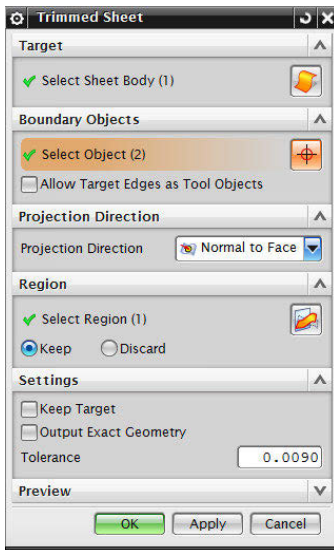
Wählen Sie nun als ‚Target‘ die Verrundung aus. Der Cursor sollte beim Betätigen die Position wie im

**Bild 2-53** haben, da nun der obere Teil wegfallen soll.

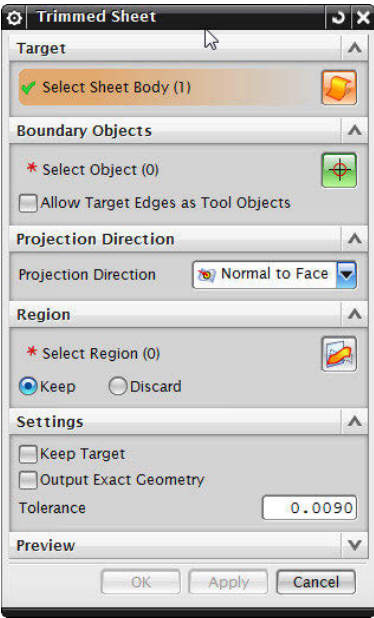


**Bild 2-53** Trimmed Sheet – Radius

Wählen Sie für den Reiter ‚**Boundary Objects**‘ die Grundfläche aus und bestätigen Sie mit **Apply**.



**Bild 2-54** Auswahl der Grundfläche unter Boundary Object



Hier ist die Grundfläche als ‚Target‘ auszuwählen. Achten Sie auch hier wieder auf die Position des Cursors während der Auswahl.

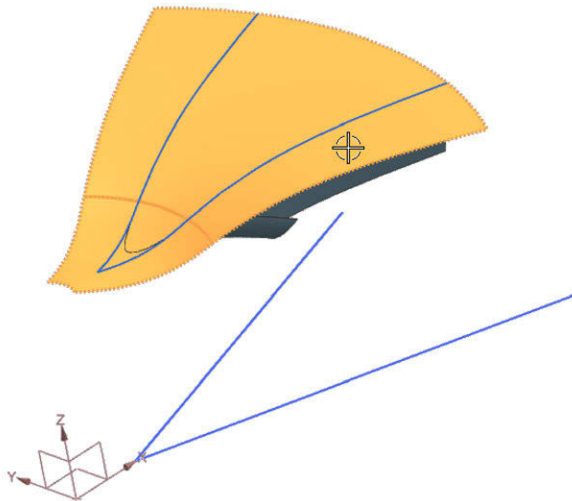


Bild 2-55 Auswahl der Grundfläche als Target

Als Grenze sind die drei Flächen wie in der unteren Abbildung zu sehen auszuwählen. Bestätigen Sie wieder mit **Apply**.

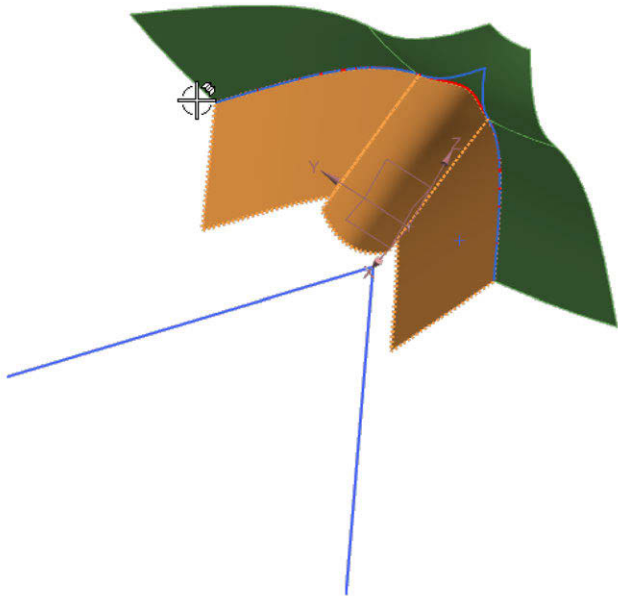
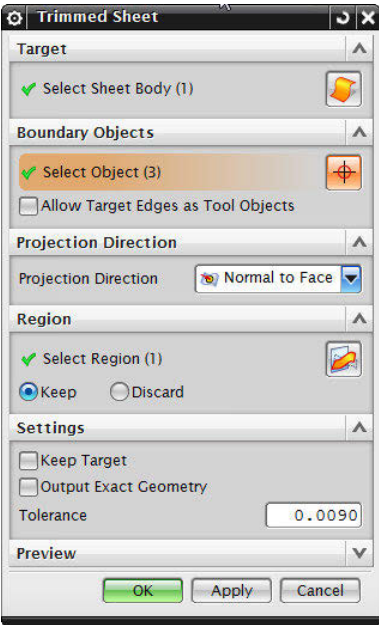
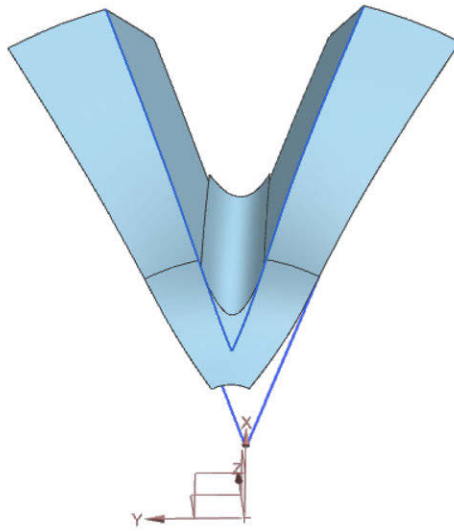


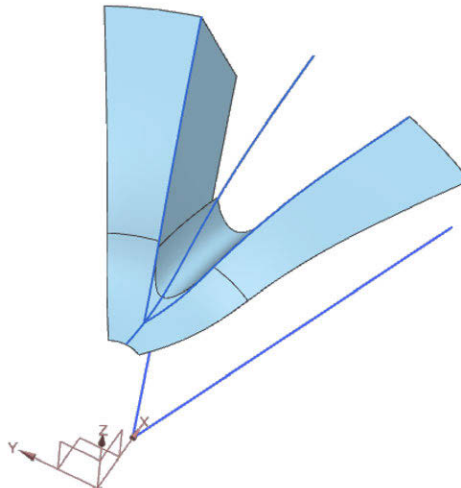
Bild 2-56 Auswahl der Grenzen

Das Ergebnis der Trimmung sollte wie folgt aussehen: Allmählich lässt sich die Speichenform erkennen.



**Bild 2-57** Erste Speichenform

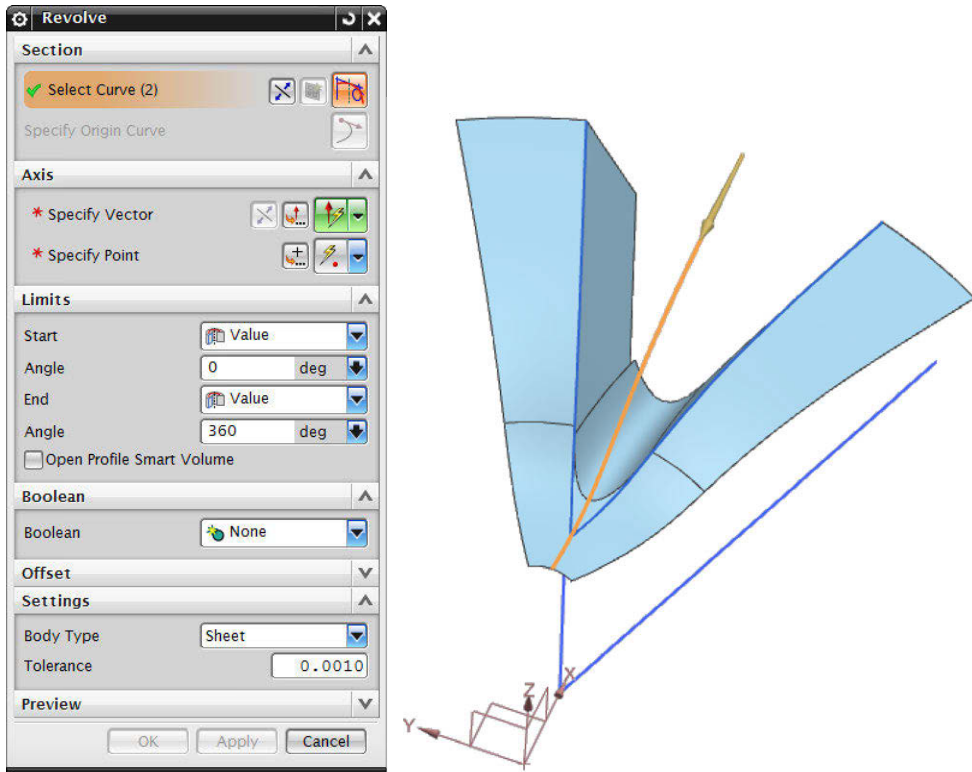
Nun gilt es, die Dicke der Speiche zu erstellen. Machen Sie zunächst die beiden Splines in der Mitte der Speiche, wie im **Bild 2-58** zu sehen ist, per Rechtsklick und ‚SHOW‘ im Part Navigator wieder sichtbar.



**Bild 2-58** Splines sichtbar

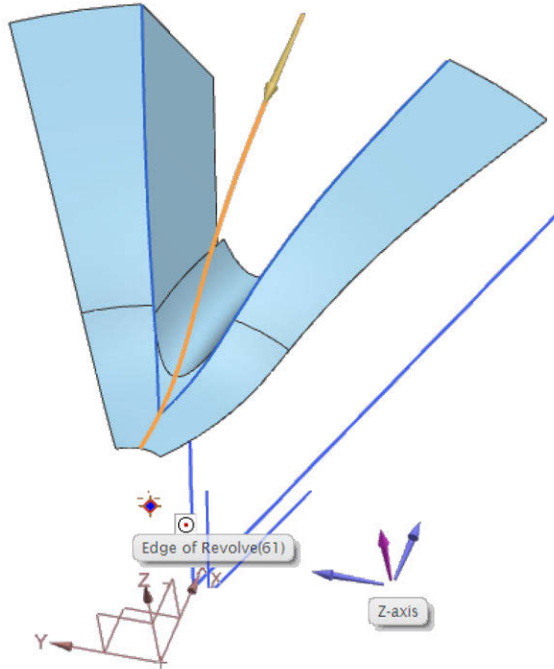
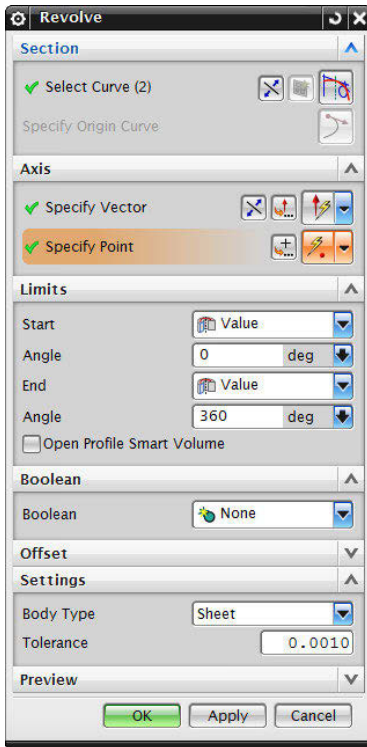
Aus diesen Splines erzeugen wir als nächstes mit Hilfe der Funktion Revolve [**MENU > INSERT > DESIGN FEATURE > REVOLVE**] eine Scheibe.

Wählen Sie für das Untermenü ‚**Section**‘ die beiden Splines aus.



**Bild 2-59** Auswählen des Splines

Im Untermenü ‚Axis‘ sind die **Z-Achse** und der Kreismittelpunkt, wie auf **Bild 2-60** zu erkennen, auszuwählen. Zuletzt ist noch unter ‚Settings‘ der **Body Type** auf **Sheet** zu stellen. Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.



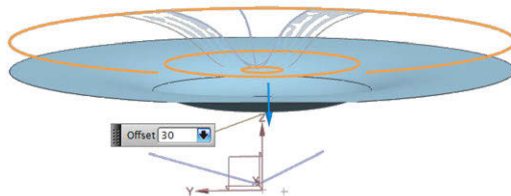
**Bild 2-60** Auswahl der Achse und des Kreismittelpunktes

### 2.2.13 Offset Face – Erstellen der Rückseite

Mit der Funktion **OFFSET FACE** [MENU > INSERT > OFFSET/SCALE > **OFFSET FACE**] wird die soeben erzeugte Fläche um den Wert der späteren Materialdicke der Felgen-scheibe verschoben.

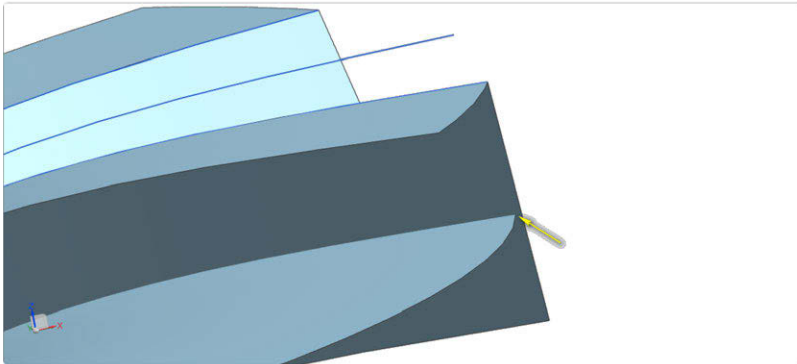


Dazu wählen Sie unter ‚**Select Face**‘ die zu verschiebende Fläche aus und geben unter ‚**Offset**‘ den Wert und die Richtung der Verschiebung an. Entnehmen Sie die Werte aus **Bild 2-61** .



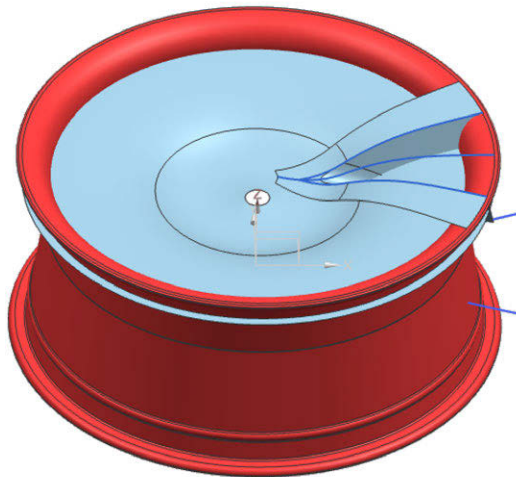
**Bild 2-61** Offset Face – Rückseite

Nachdem die Fläche auf die richtige Position gebracht wurde, fällt auf, dass das soeben erzeugte Sheet Body an im **Bild 2-62** angezeigter Stelle einen zu kleinen Durchmesser aufweist. Dies hätte eine Fehlermeldung bei der nachfolgenden Trimmung zur Folge.



**Bild 2-62** Durchmesserproblematik

Um die Felge auf die richtige Form zu ‚**Trimmen**‘, wird die zu Anfang bereitgestellte Felgenvorlage verwendet. Diese wird im Part Navigator per **Rechtsklick** > **SHOW** wieder sichtbar gemacht.



**Bild 2-63** Show – Funktion

Mit der Funktion **EXTRACT GEOMETRY** [MENU > INSERT > ASSOCIATIVE COPY > **EXTRACT GEOMETRY**] wird nun eine exakte Kopie des oberen Felgendurchmessers erzeugt, die im weiteren Verlauf der Modellierung als Speichenbegrenzung dienen soll. Übernehmen Sie dafür die im **Bild 2-64** dargestellten Einstellungen. Als ‚**Face**‘ wählen Sie die im **Bild 2-64** gelb markierte Fläche.

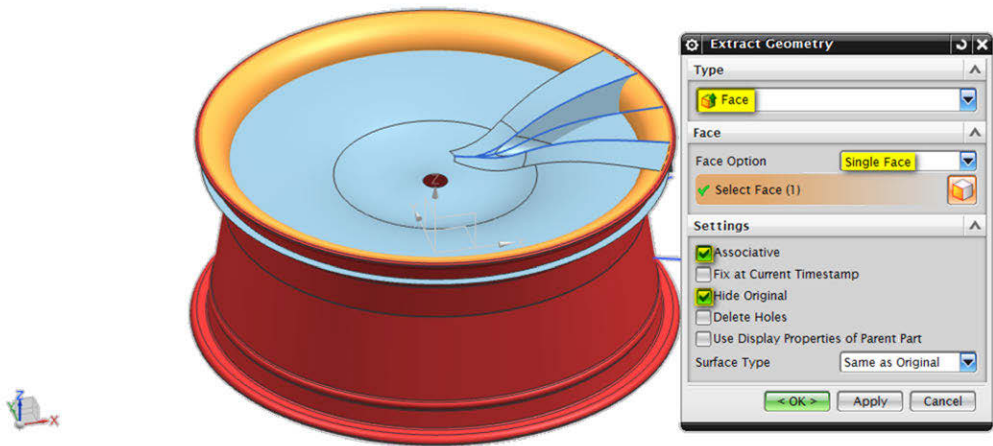


Bild 2-64 Felgenbegrenzung

Als Nächstes wird mit der Funktion **TRIMMED SHEET** [MENU > INSERT > TRIM > **TRIMMED SHEET**] die Speiche auf die richtige Form ,getrimmt“.

Zunächst wird man aufgefordert, diejenigen Flächen auszuwählen, die geschnitten werden sollen. Diese werden per linke Maustaste wie im **Bild 2-65** abgebildet selektiert.

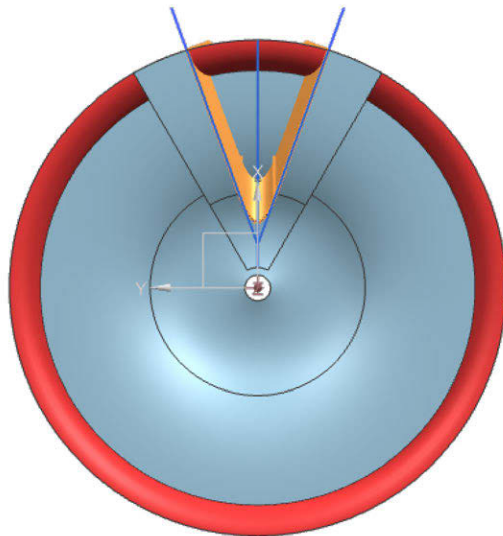
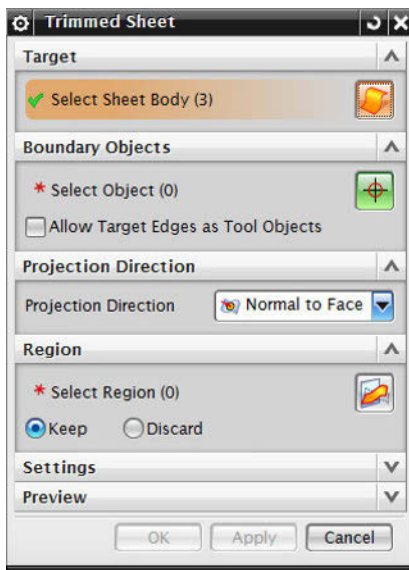
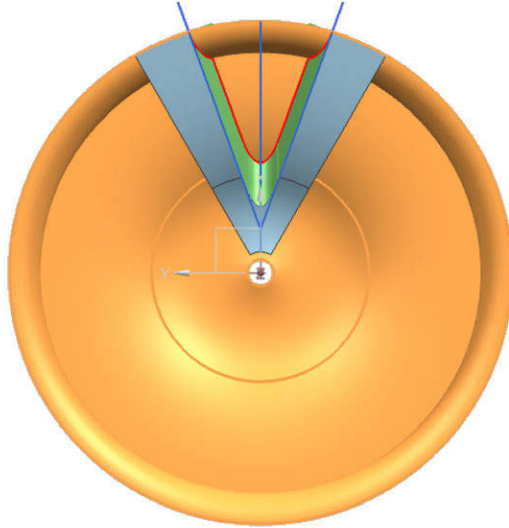
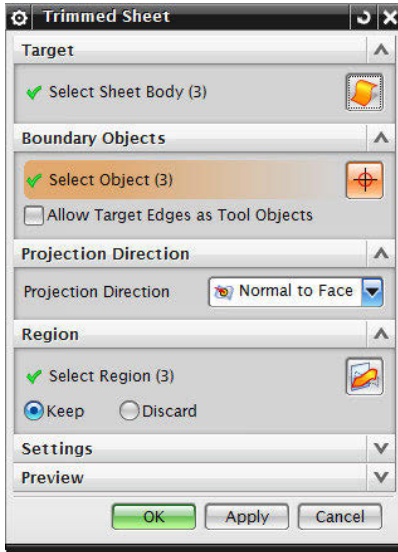


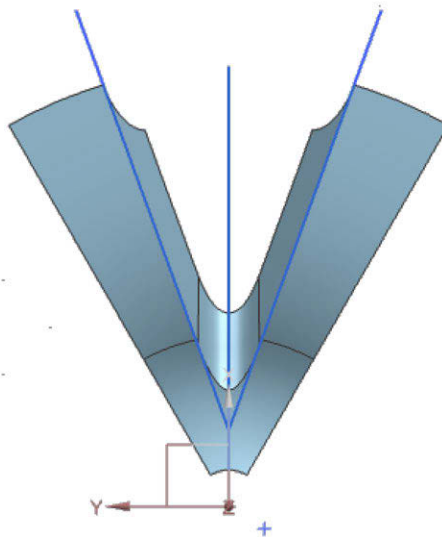
Bild 2-65 Auswählen zu schneidender Flächen

Jetzt wird in das Untermenü **Boundary Objects** gewechselt und diejenigen Flächen ausgewählt, an denen die zuvor ausgewählten Flächen geschnitten werden sollen. Entnehmen Sie diese Flächen dem **Bild 2-66**.



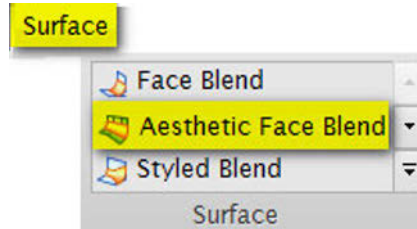
**Bild 2-66** Auswahl der Flächen

Nun wird die zuvor als Speichenbegrenzung sichtbar gemachte Felgenvorlage wieder mit der Hide-Funktion unsichtbar gemacht. Die Speiche sollte jetzt folgendermaßen aussehen:



**Bild 2-67** Zwischenstand der Speiche

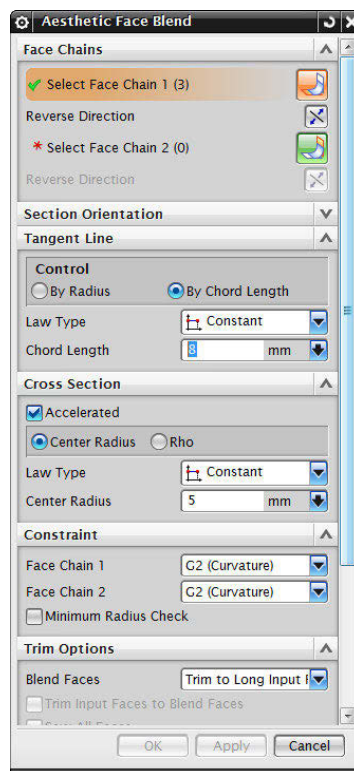
Aus ästhetischen und fertigungstechnischen Gründen werden noch alle scharfen Kanten der Speiche abgerundet. Dafür wird die Funktion **AESTHETIC FACE BLEND** benutzt, die ein gleichförmiges Abrunden der Kanten ermöglicht. Diese Funktion finden Sie in der Werkzeugleiste wie unten abgebildet.



**Bild 2-68** Auswahl der Aesthetic-Face-Blend-Funktion

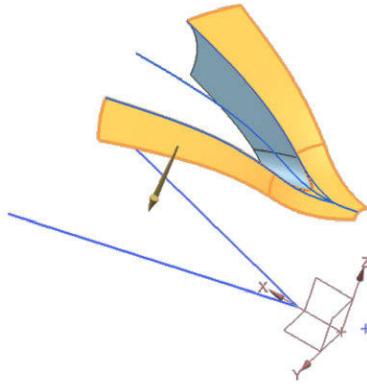
Öffnen Sie die Funktion **AESTHETIC FACE BLEND**.

Sie werden aufgefordert, die erste Oberfläche auszuwählen. Dazu klicken Sie wie im **Bild 2-70** abgebildet auf die obere Fläche der Speiche.

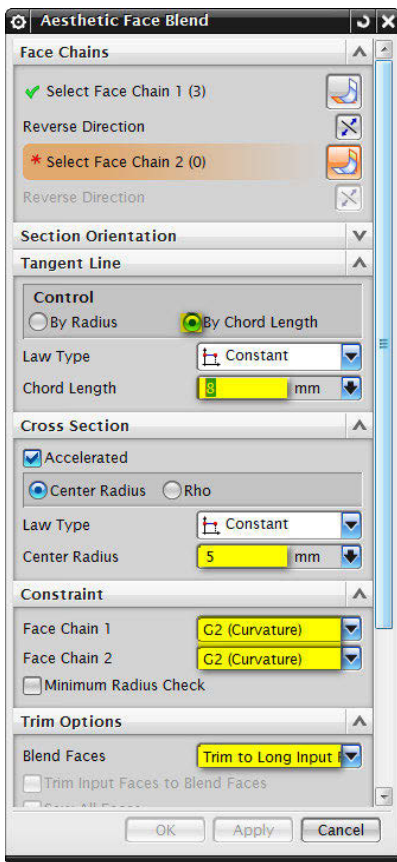


**Bild 2-69** Aesthetic Face Blend

Achten Sie darauf, dass der Vektor wie im **Bild 2-70** nach unten zeigt. Die Richtung des Vektors können Sie mit einem Doppelklick auf den Vektorpfeil verändern.

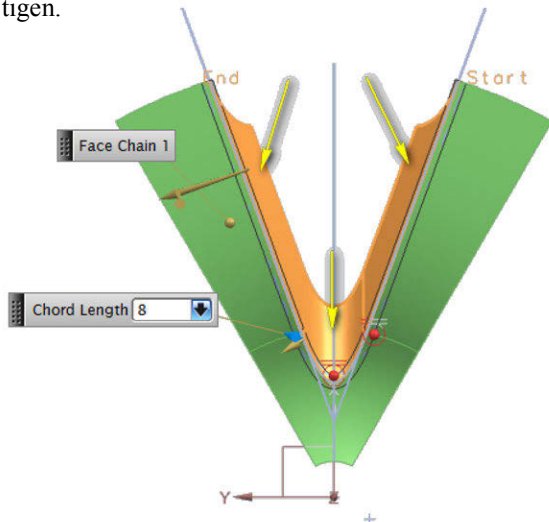


**Bild 2-70** Vektor-Richtung



Im nächsten Schritt wird die Auswahl der angrenzenden zweiten Oberfläche gefordert, um die gemeinsame Kante der Oberflächen abzurunden. Übernehmen Sie zunächst die gelb hervorgehobenen Einstellungen aus **Bild 2-71** und wählen Sie erst dann die farbig hervorgehobenen Oberflächen. Gehen Sie dabei von links nach rechts.

Das Ergebnis sollte wie unten abgebildet aussehen. Falls dies der Fall ist, können Sie alle Eingaben mit **OK** bestätigen.

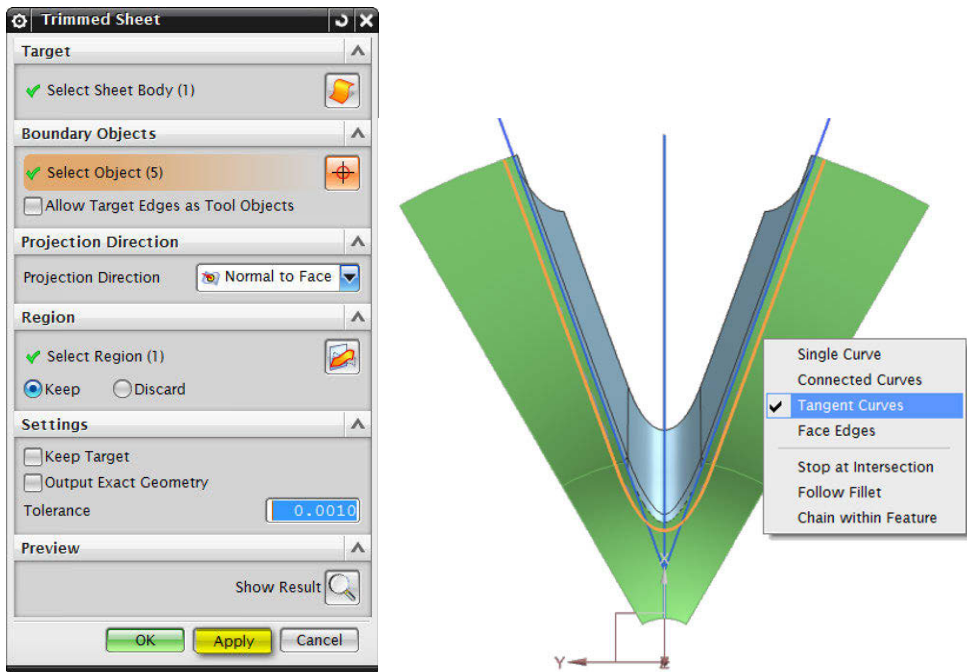


**Bild 2-71** Aesthetic Face Blend — Ergebnis der Auswahl

Um die Abrundung der Kante abzuschließen, wird die zuvor benutzte Funktion **TRIMMED SHEET** erneut aufgerufen. Hier ist bei der Auswahl der zu trimmenden Flächen besonders viel Acht zu geben.

Öffnen Sie die Funktion **TRIMMED SHEET** in der Werkzeugleiste im Bereich ‚**Feature**‘ im Untermenü **MORE > TRIM > TRIMMED SHEET**.

Selektieren Sie zunächst die im **Bild 2-72** grün dargestellte Oberfläche als ‚**Target**‘ und die gelb dargestellte Abrundungslinie als ‚**Boundary Object**‘. Bei der Auswahl der Linie müssen Sie per Rechtsklick ‚**Tangent Curves**‘ auswählen, da ansonsten nur ein Teil der Linie selektiert wird.



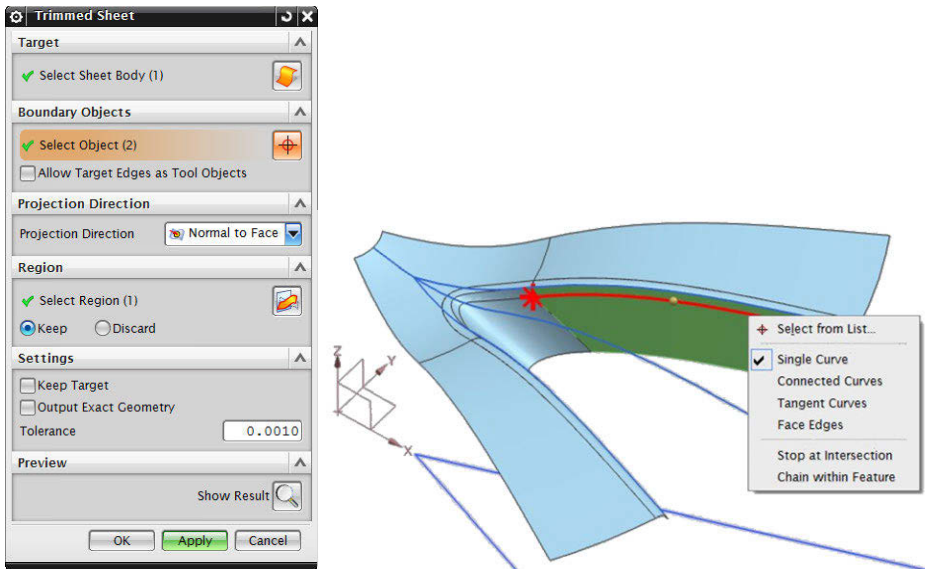
**Bild 2-72** Auswahl für Target

Haben Sie alles korrekt selektiert, klicken Sie auf **Apply**, um die weiteren Trimmungen vorzunehmen.

Als Nächstes müssen die inneren Flächen mit den entsprechenden Linien getrimmt werden. Dazu werden alle drei Teile der inneren Fläche mit den entsprechenden Lines einzeln selektiert.

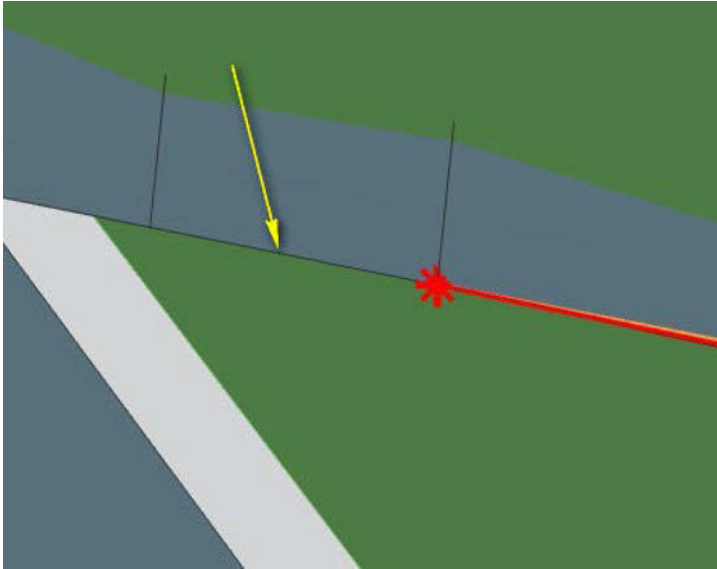
Dies erfolgt wie folgt:

Selektieren Sie zunächst die im **Bild 2-73** grün angezeigte Fläche als ‚Target‘ und die rot dargestellte Linie als ‚Boundary Object‘. Bei der Auswahl der Linie wird zunächst automatisch die komplette Linie ausgewählt. Per Rechtsklick auf die Linie wählen Sie ‚Single Curve‘ aus. Wie Sie unschwer erkennen können, gibt es ein Problem an der Übergangsstelle zur nächsten Fläche. Diese ist mit einem roten Stern gekennzeichnet.



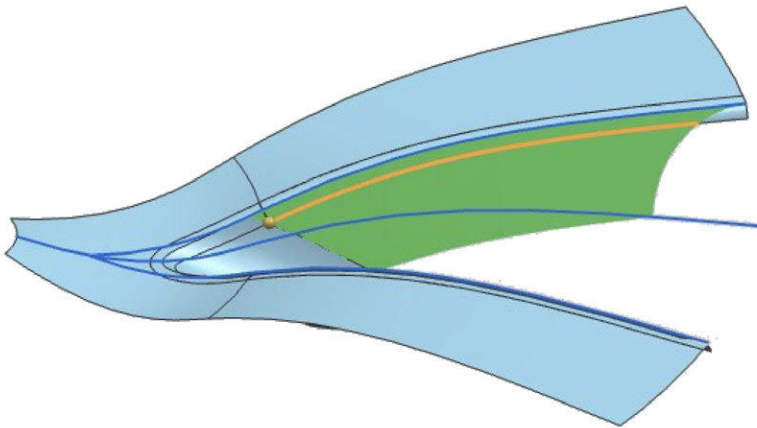
**Bild 2-73** Auswahl für Target und Boundary Objects

Um dieses Problem lösen zu können, müssen Sie in diese Stelle zoomen. Wenn Sie nah genug gezoomt haben, werden Sie erkennen, dass die Linie, die Sie zuvor selektiert haben, kürzer ist als die selektierte Fläche. Somit würde sich ein Problem bei der Trimmung der Fläche ergeben. Um dieses Problem zu lösen, selektieren Sie noch den im **Bild 2-74** angedeuteten Linienabschnitt, sodass die Linie genauso lang ist wie die zu trimmende Fläche.



**Bild 2-74** Auswahl des Linienabschnittes

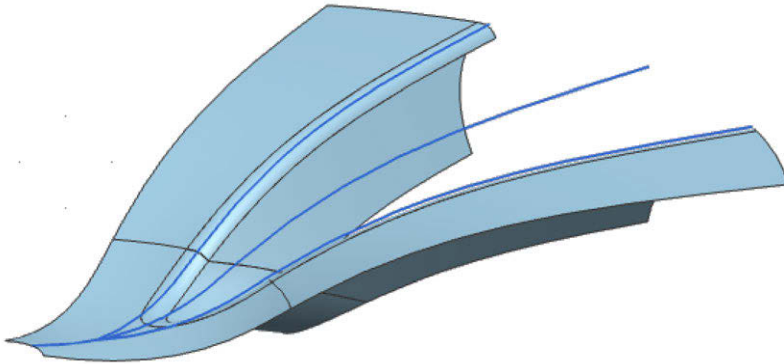
Nach erfolgreicher Auswahl der Linie sollte die Anzeige folgendermaßen aussehen: Die zuvor rot dargestellte Linie sollte nun grün erscheinen.



**Bild 2-75** Ergebnis nach erfolgreicher Auswahl

Klicken Sie auf **APPLY**, um die Trimmung des ersten Bereiches abzuschließen. Nun werden die zwei übrigen Flächen auf gleicher Art und Weise getrimmt. Achten Sie darauf, dass bei der letzten Fläche (achsensymmetrisch zur ersten Fläche) das gleiche Problem wie bei der ersten Fläche auftritt. Auch dort müssen Sie sich mit der Zoom-Funktion helfen.

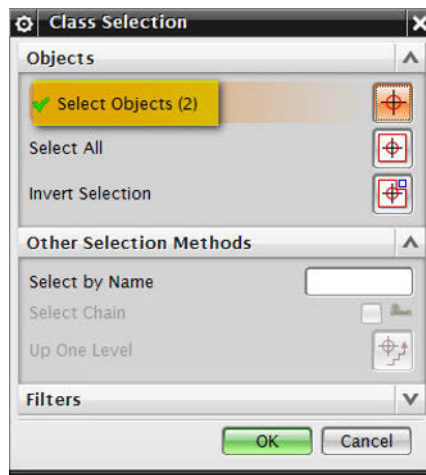
Haben Sie alles korrekt ausgeführt, sollte die Anzeige wie im **Bild 2-76** aussehen:



**Bild 2-76** Ergebnis der Trimmung

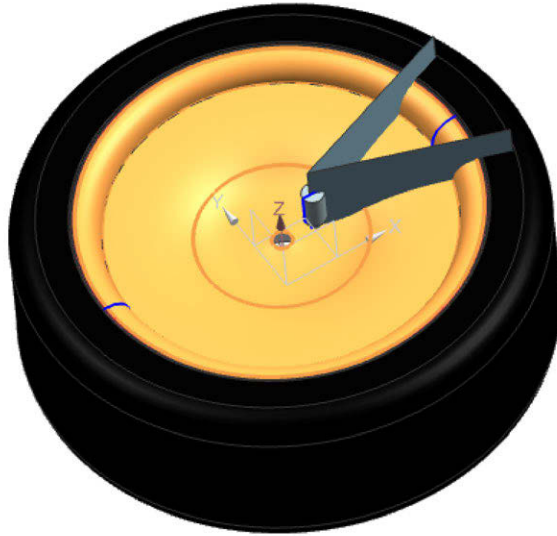
Wie Sie sehen, wurden die scharfen Kanten mit Hilfe der Funktion ‚**Aesthetic Face Blend**‘, gleichmäßig abgerundet.

Im nächsten Schritt soll aus dem Sheet Body ein Volumenkörper generiert werden. Dazu wird zunächst mit der Funktion **SHOW [STRG+SHIFT+K]** die Felgenvorlage aufgerufen.



**Bild 2-77** Class Selection

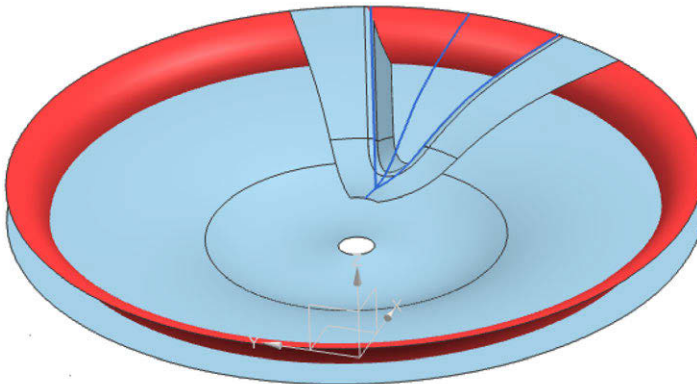
Es werden die im **Bild 2-78** gelb markierten Bereiche der Felgenvorlage selektiert:



**Bild 2-78** Selektieren der Bereiche der Felgenvorlage

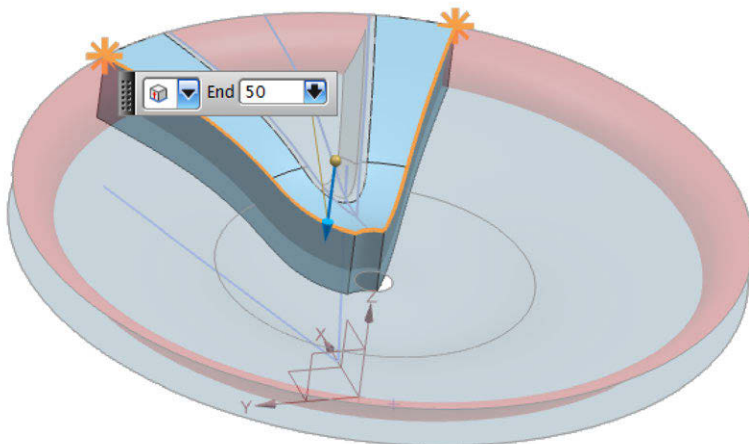
Die Auswahl wird mit **OK** bestätigt.

Nach erfolgreicher Auswahl sollte die Anzeige wie im **Bild 2-79** aussehen:



**Bild 2-79** Ergebnis der Auswahl

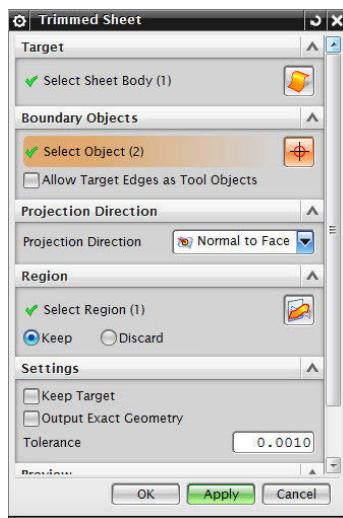
Als nächstes werden die Kanten der Speiche extrudiert. Dazu wird die Funktion **EXTRUDE [X]** aufgerufen. Nun selektieren Sie wie im **Bild 2-80** dargestellt alle äußeren Kanten der Speiche. Achten Sie dabei darauf, dass der Vektorpfeil nach unten zeigt und der Extrude durch die Bodenplatte hindurch geht.



**Bild 2-80** Selektieren der Außenkanten der Speiche

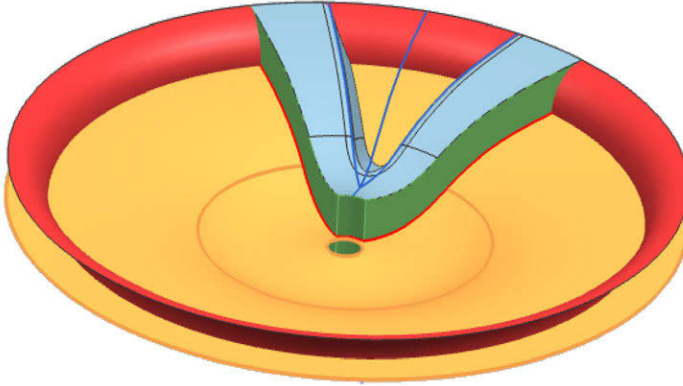
Bestätigen Sie Ihre Eingaben mit **OK**.

Als nächstes wird die Funktion **TRIMMED SHEET [MENU > INSERT > TRIM > TRIMMED SHEET]** aufgerufen, um den Extrude und damit den Volumenkörper auf die richtige Materialdicke zu kürzen und ihn in die richtige Form zu bringen.



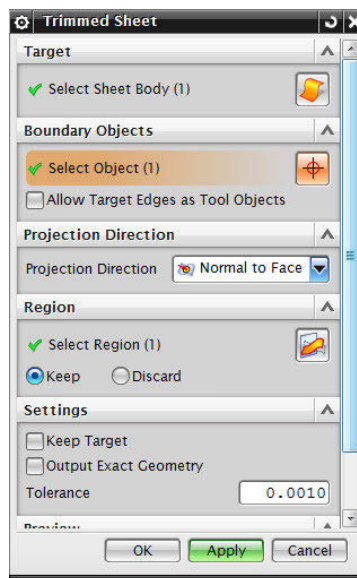
**Bild 2-81** Trimmed Sheet

Als ‚**Target**‘ selektieren Sie nun die im letzten Schritt erzeugte Außenfläche des Extrude, welche im **Bild 2-82** grün markiert ist. Als ‚**Boundary Object**‘ wählen Sie die Bodenplatte, welche gelb markiert ist. Dieser Schritt begrenzt die Länge des Extrude genau auf den richtigen Abstand zur Bodenplatte. Bestätigen Sie die Eingaben mit **APPLY**.

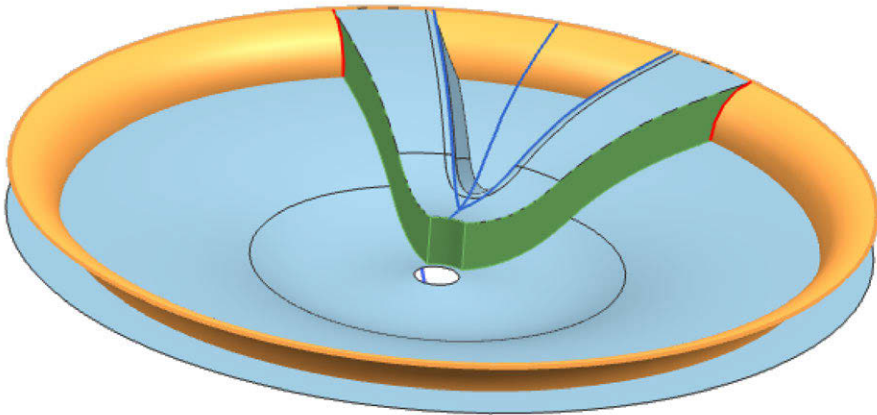


**Bild 2-82** Auswahl der Außenfläche

Im nächsten Schritt selektieren Sie wieder die Außenfläche des Extrude als ‚**Target**‘. Als ‚**Boundary Object**‘ selektieren Sie nun den oberen Außendurchmesser der Vorlage, die im **Bild 2-83** gelb markiert ist. Bestätigen Sie die Trimmung mit **APPLY**.



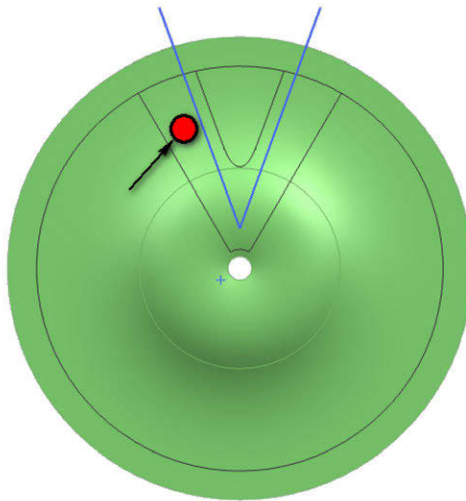
**Bild 2-83** Trimmed Sheet



**Bild 2-84** Auswahl der Außenfläche für Target

Im nächsten Schritt wird die Unterseite der Speiche abgeschlossen. Dazu wird die Bodenplatte als ‚**Target**‘ selektiert. **ACHTUNG:** Sie müssen die Bodenplatte in den Grenzen der Speiche selektieren (z. B. an der rot markierten Stelle im **Bild 2-85**), da ansonsten die falsche Fläche geschnitten wird.

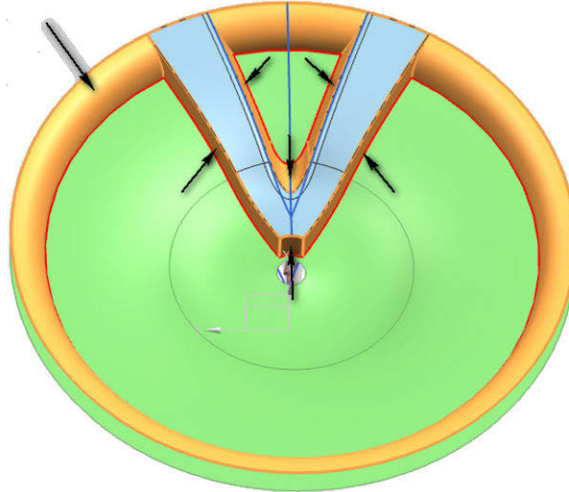
SCHRITT 1: Selektion der Bodenplatte (in den Grenzen der Speiche)



**Bild 2-85** Selektieren der Bodenplatte

Als ‚**Boundary Object**‘ werden nun wie im **Bild 2-86** dargestellt alle angrenzenden Flächen selektiert.

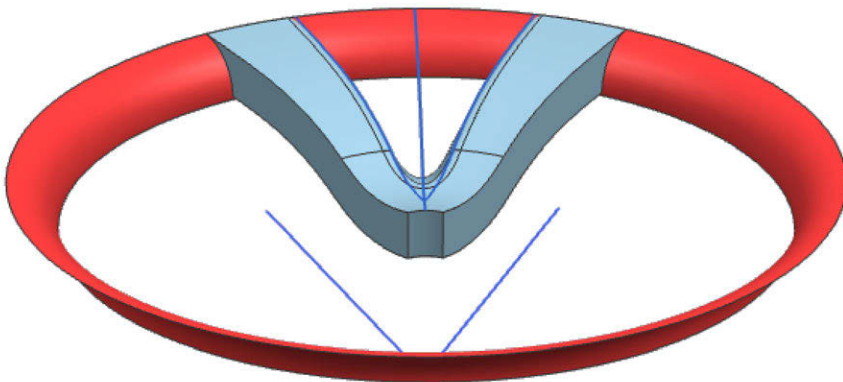
#### SCHRITT 2: Selektion der angrenzenden Flächen



**Bild 2-86** Selektieren der angrenzenden Flächen

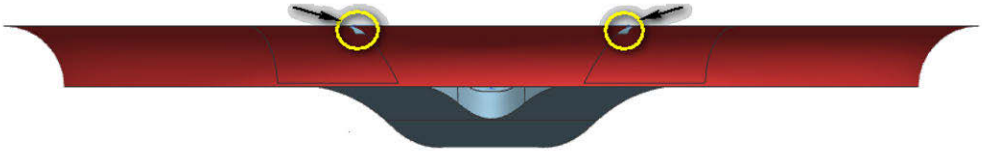
Bestätigen Sie alle Eingaben mit **APPLY**.

Wenn Sie alles richtig gemacht haben, sollte die Anzeige nun folgendermaßen aussehen:



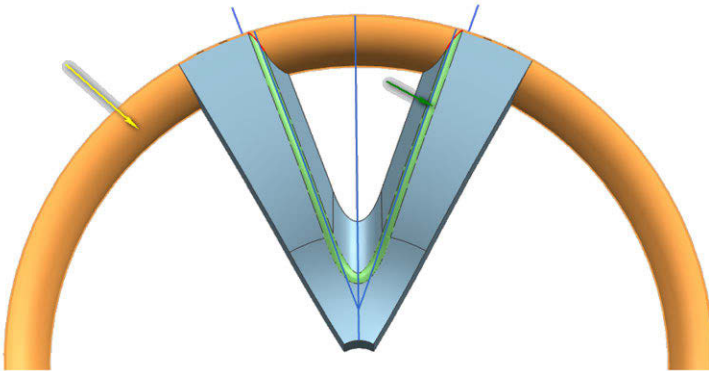
**Bild 2-87** Ergebnis der Bearbeitung

Folgendes Problem (**Bild 2-88**) muss noch gelöst werden:



**Bild 2-88** Korrektur mit Trimmed Sheet

An zwei Stellen geht die **Aesthetic Face Blend** der Speiche durch die Vorlage hindurch. Auch dieses Problem wird mit der Funktion **Trimmed Sheet** schnell gelöst. Dazu wird die **Aesthetic Face Blend** als ‚**Target**‘ selektiert und die Vorlage als ‚**Boundary Object**‘. Bestätigen Sie mit **APPLY**.



**Bild 2-89** Auswahl für Trimmed Sheet

Nun müssen noch die zwei Öffnungen der Speichenform abgeschlossen werden, um einen geschlossenen Volumenkörper zu erhalten. Auch dies wird mit Hilfe der Funktion **TRIMMED SHEET** vollführt. Der Unterschied hier ist, dass im Untermenü ‚**Region**‘ die Alternative **DISCARD** ausgewählt wird.

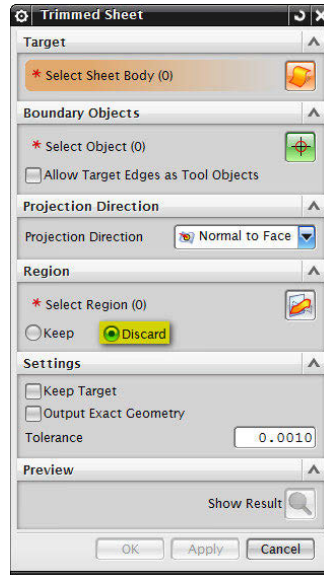


Bild 2-90 Trimmed Sheet

Als Erstes selektieren Sie die Vorlage als ‚**Target**‘ und zwar außerhalb der Speichenöffnungen. Sie können die Selektion beispielsweise an der im **Bild 2-91** rot markierten Stelle durchführen.

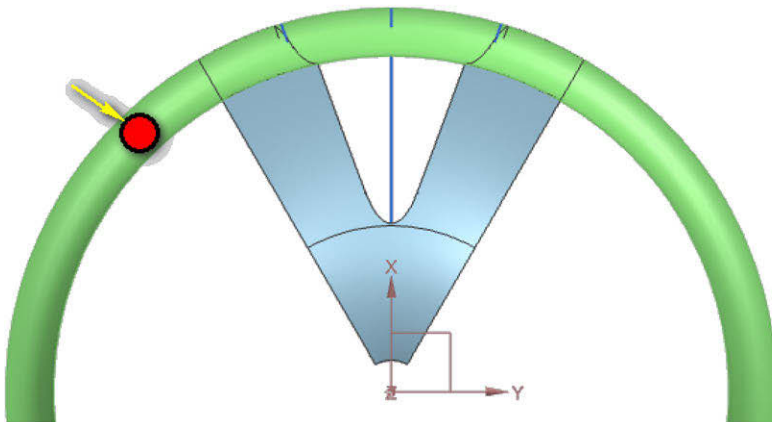
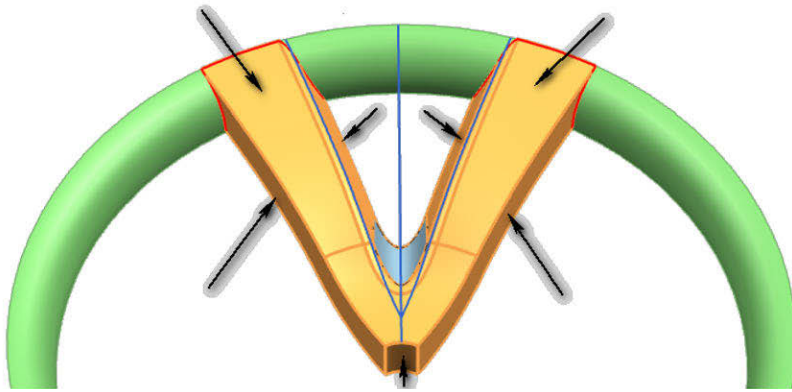


Bild 2-91 Auswahl der Vorlage als Target

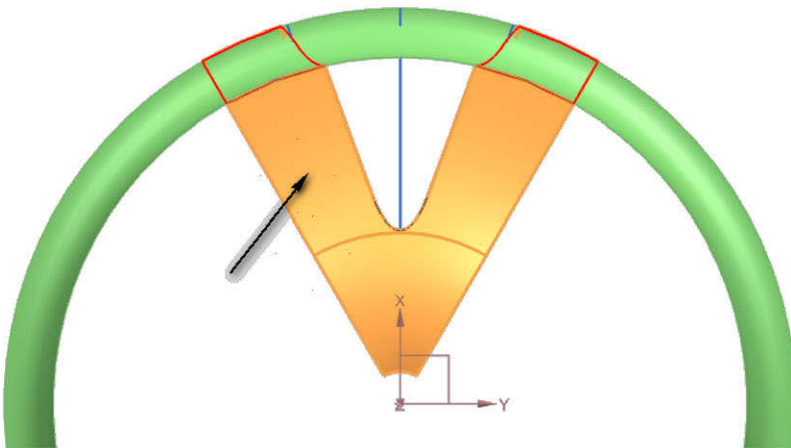
Als Nächstes werden Sie aufgefordert die ‚**Boundary Objects**‘ zu selektieren. Diese sind die umgebenden Flächen und sind in **Bild 2-92** und **Bild 2-93** gelb markiert.

VORDERANSICHT:



**Bild 2-92** Auswahl für „Boundary Objects“ – Vorderansicht

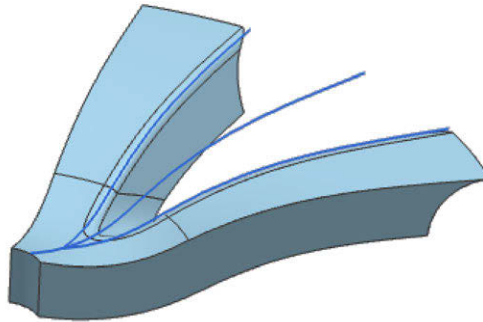
HINTERANSICHT:



**Bild 2-93** Auswahl für „Boundary Objects“ – Hinteransicht

Bestätigen Sie alle Eingaben mit **OK**.

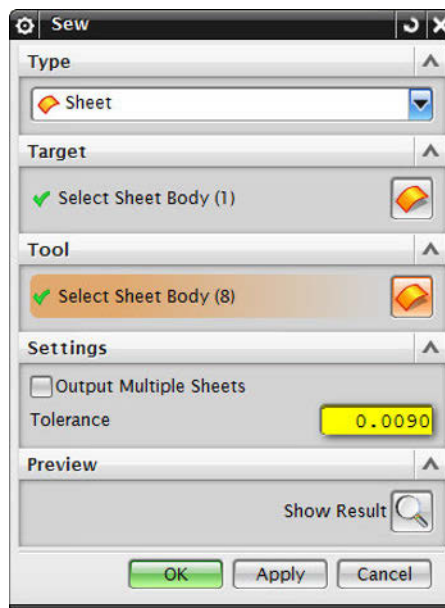
Der Volumenkörper ist nun erstellt und sollte wie im **Bild 2-94** aussehen:



**Bild 2-94** Fertiger Volumenkörper

Mit Hilfe der Funktion **SEW** [**MENU** > **INSERT** > **COMBINE** > **SEW**] wird nun der Volumenkörper zusammengefügt. Dies soll in diesem Beispiel mit einer Toleranz von **0.009 mm** erfolgen.

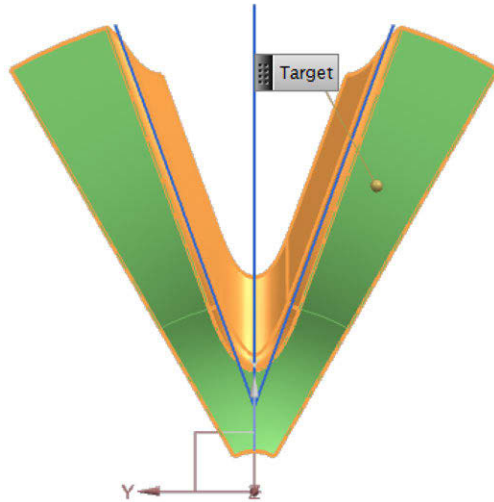
Als ‚**Target**‘ soll die Oberfläche des Volumenkörpers ausgewählt werden, während alle anderen Elemente als ‚**Tool**‘ selektiert werden sollen.



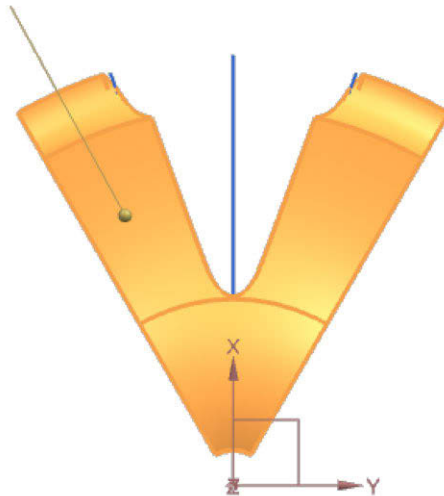
**Bild 2-95** Funktion Sew

Die korrekte Selektion können Sie dem **Bild 2-96** und dem **Bild 2-97** entnehmen.

Die ‚**Target**‘-Flächen sind grün dargestellt, während die ‚**Tool**‘-Flächen orange markiert sind.



**Bild 2-96** Auswahl für Target für die Funktion Sew



**Bild 2-97** Auswahl für Tool für die Funktion Sew

Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.

## 2.3 Twin Spoke erzeugen

Die zu erzeugende Felge soll eine sogenannte ‚Twin Spoke Felge‘ werden. Das bedeutet, dass die Felge zwei verschiedene Speichenformen haben soll, um ihr ein besseres Aussehen zu verleihen. Um dies zu verwirklichen, müssen ein paar Änderungen am bisherigen Volumenkörpervorgenommen werden. Durch die geschickte Kombination einiger NX-Funktionen kann dies mit wenig Aufwand erreicht werden.

### 2.3.1 Offset in Face

Zunächst soll eine Linie erzeugt werden, die eine der Speichen halbieren soll. Dazu wird die Funktion **OFFSET IN FACE** [MENU > INSERT > DERIVED CURVE > OFFSET IN FACE] aufgerufen.

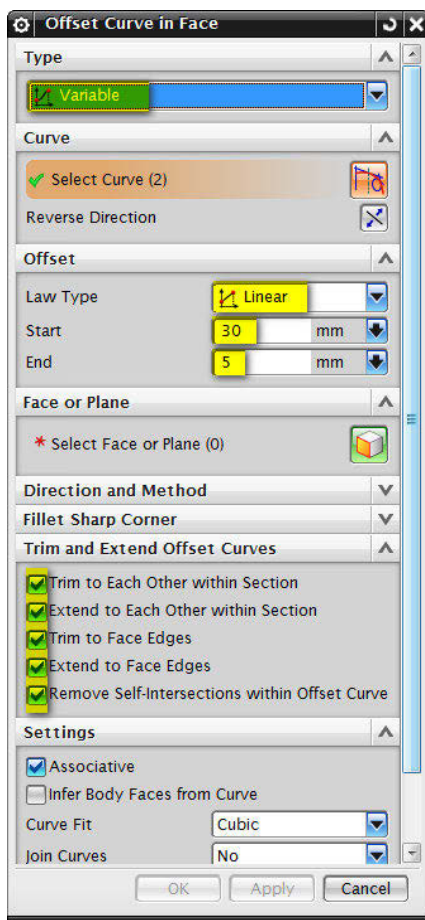
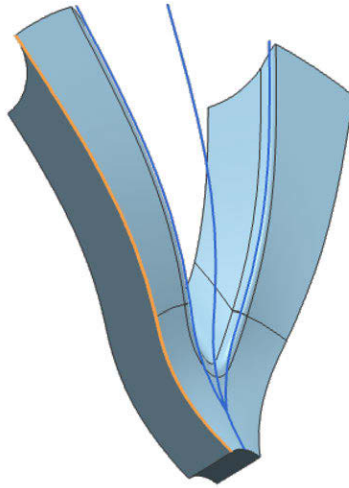


Bild 2-98 Offset Curve in Face

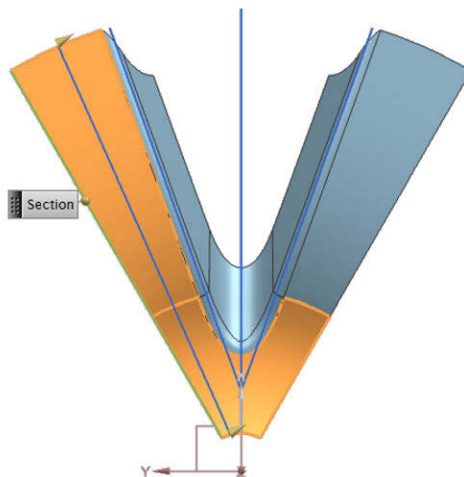
Übernehmen Sie die im **Bild 2-98** aufgeführten Einstellungen. Nun soll die Kante ausgewählt werden, die es zu verschieben gilt.

Selektieren Sie dazu die im **Bild 2-99** farbig markierte Kante der Speiche.



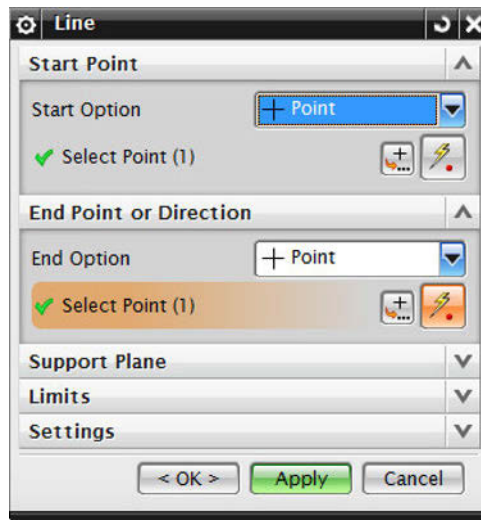
**Bild 2-99** Auswahl der Kante

Nach erfolgreicher Selektion der Kante wechseln Sie in das Untermenü **„Face or Plane“** und wählen die Flächen aus, auf die die Verschiebung der zuvor ausgewählten Linie erfolgen soll. Achten Sie dabei insbesondere auf die Richtung der Verschiebung. Die Vektoren sollten wie im **Bild 2-100** zu sehen ist nach rechts zeigen, da ansonsten die Verschiebung in die falsche Richtung erfolgen würde. Achten Sie bei der Auswahl der Flächen außerdem darauf, dass Sie die Funktion **„Single Face“** per Rechtsklick aktivieren, da sonst die gesamte Fläche ausgewählt wird. Die auszuwählenden Flächen können Sie dem **Bild 2-100** entnehmen. Bestätigen Sie die Auswahl mit **OK**.



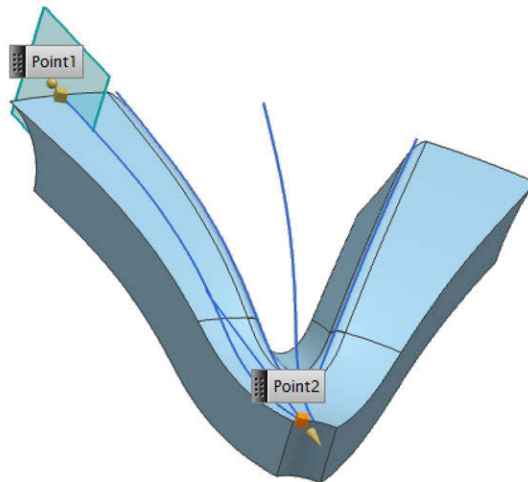
**Bild 2-100** Auszuwählende Flächen

Als Nächstes wird die benötigte Linie mit Hilfe der zuvor verschobenen Kantenkontur erzeugt. Dazu wird die Funktion **LINE** [**MENU** > **INSERT** > **CURVE** > **LINE**] aufgerufen.



**Bild 2-101** Line

Wählen Sie zunächst wie im **Bild 2-102** gezeigt den Anfangspunkt und den Endpunkt der Linie aus.

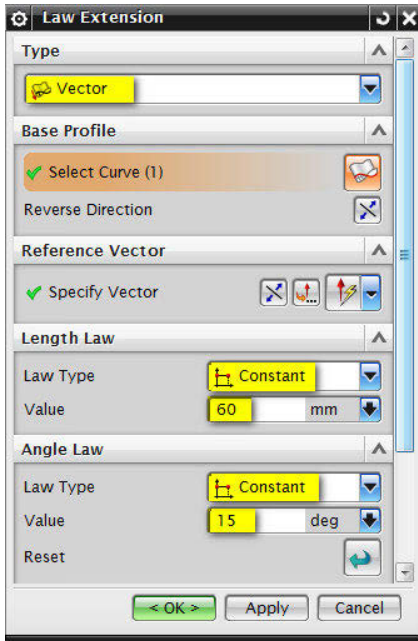


**Bild 2-102** Auswahl des Anfangs- und Endpunktes

Bestätigen Sie die Auswahl mit **OK**.

Als Nächstes wird mit der bereits bekannten Funktion **LAW EXTENSION** [MENU > INSERT > FLANGE SURFACE > LAW EXTENSION] die erzeugte Linie erweitert. Dazu wird die Funktion zunächst aufgerufen.

Wechseln Sie zunächst im Untermenü ‚Type‘ auf **VECTOR**.



Wählen Sie im Untermenü ‚Base Profile‘ die im vorherigen Schritt erzeugte Linie aus. Wechseln Sie danach in das Untermenü ‚Reference Vector‘. Dort werden Sie aufgefordert, die Richtung des Vektors zu definieren. In diesem Fall soll der **Vektor** in die **negative Z-Richtung** zeigen.

Übernehmen Sie die links abgebildeten Werte. Ändern Sie jedoch die Toleranz im Untermenü ‚Tolerance G0‘ auf den Wert **0.01** und bestätigen Sie nach erfolgreicher Durchführung mit dem Befehl **OK**.

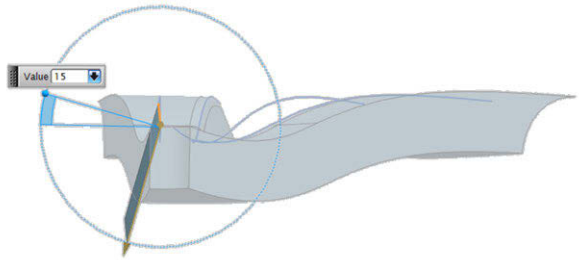


Bild 2-103 Verlängern der Law Extension mit Enlarge

Mit Hilfe der Funktion **ENLARGE** [MENU > EDIT > SURFACE > ENLARGE] soll die vorher erzeugte Law Extension vergrößert werden. Dazu wird die Law Extension selektiert und die im **Bild 2-104** vorgegebenen Parameter werden eingegeben.

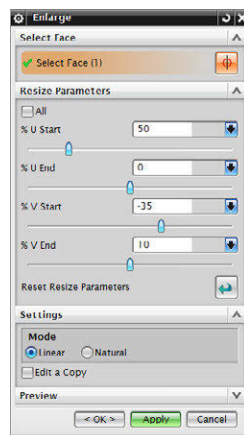
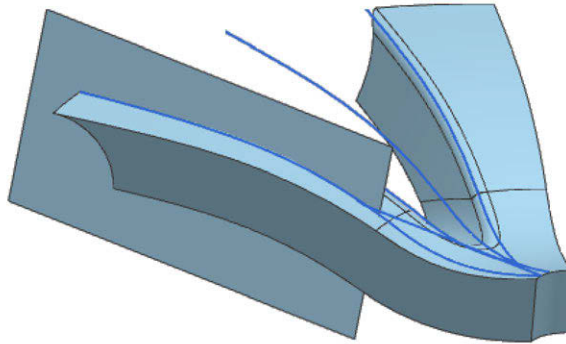


Bild 2-104 Enlarge

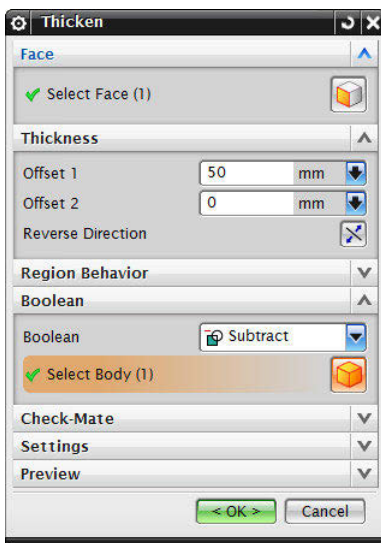
Nach erfolgreicher Eingabe der Parameter sollte das Ergebnis wie in **Bild 2-105** aussehen. Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.



**Bild 2-105** Ergebnis der Verlängerung

### 2.3.2 Thicken – Erstellen des Abzugskörpers

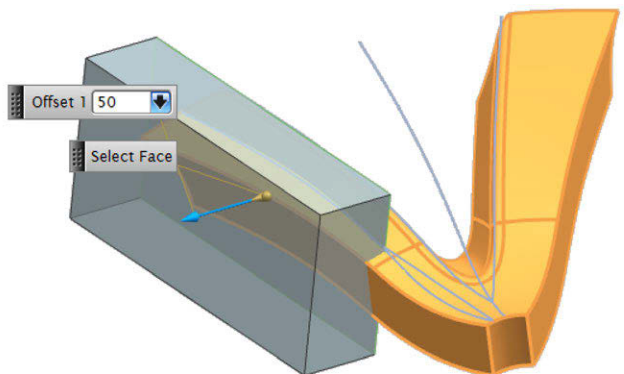
Nun soll mit der Funktion **THICKEN** [MENU > INSERT > OFFSET/SCALE > **THICKEN**] die zuvor erzeugte Fläche dicker gemacht werden.



**Bild 2-106** Thicken

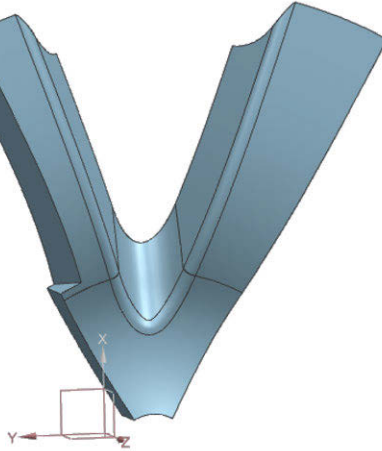
Unter ‚**Select Face**‘ ist die zu verdickende Fläche auszuwählen. Unter ‚**Boolean**‘ müssen Sie die Einstellung auf **Subtract** setzen und den Volumenkörper für **Select Body** auswählen

Entnehmen Sie alle weiteren Einstellungen, wie die Richtung des Vektors und die Dicke der Fläche dem **Bild 2-107**. Nach dem Bestätigen mit OK ist noch die zuvor mit der Funktion **LAW EXTENSION** erzeugte Fläche sichtbar. Machen Sie diese durch Rechtsklick und **Hide** unsichtbar.



**Bild 2-107** Aufdicken der Fläche mit Thicken

Das Ergebnis sollte nun wie folgt aussehen:

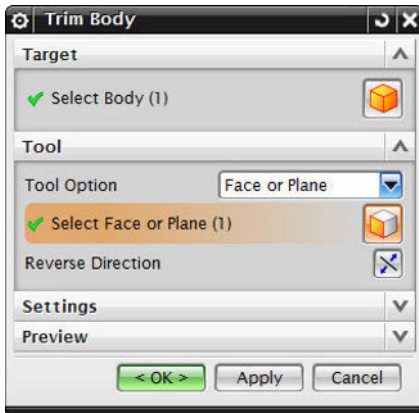


**Bild 2-108** Ergebnis von Thicken

Um diesen Bearbeitungsschritt auch auf der rechten Seite der Speiche vorzunehmen, ist es einfacher die bereits bearbeitete Seite zu spiegeln. Dazu wird zuerst die unbearbeitete Hälfte mit **TRIM BODY [MENU > INSERT > TRIM > TRIM BODY]** geschnitten.

### 2.3.3 Trim Body

Unter **Target** ist die Speiche als zu trimmender Körper auszuwählen.



Bei ‚**Tool Option**‘ ist unter der Auswahl **Face or Plane** die **XZ-Ebene** am Hilfskoordinatensystem auszuwählen. Diese stellt die Symmetrieebene der Speiche dar und beschreibt die Schnittebene.

Achten Sie darauf, dass der Vektor in die richtige Richtung, nämlich in die der zu entfernenden Hälfte zeigt. Bestätigen Sie wieder mit **OK**.

**Bild 2-109** Trim Body

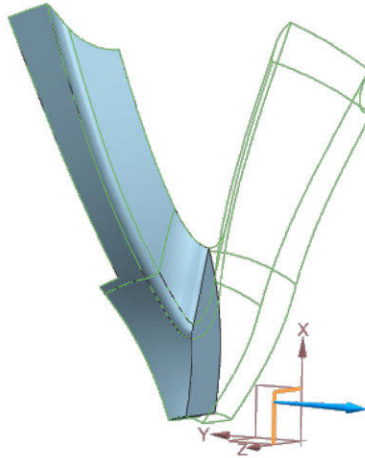


Bild 2-110 Trim Body mit Eingabeparametern

### 2.3.4 Mirror Geometry

Jetzt wird die andere Hälfte mit Hilfe der Funktion **MIRROR GEOMETRY** [MENU>INSERT>ASSOCIATIVE COPY >MIRROR GEOMETRY] gespiegelt.

Im Bereich ‚Geometry to Mirror‘ ist der zu spiegelnde Körper auszuwählen.

Für ‚Specify Plane‘ wählen sie die **XZ-Ebene**, welche die Spiegelachse darstellt.

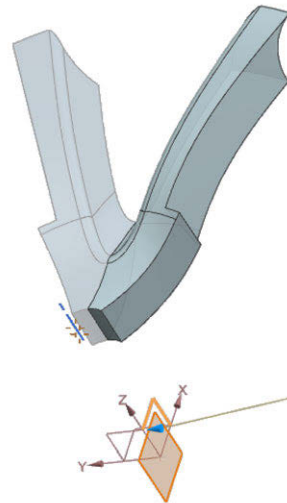
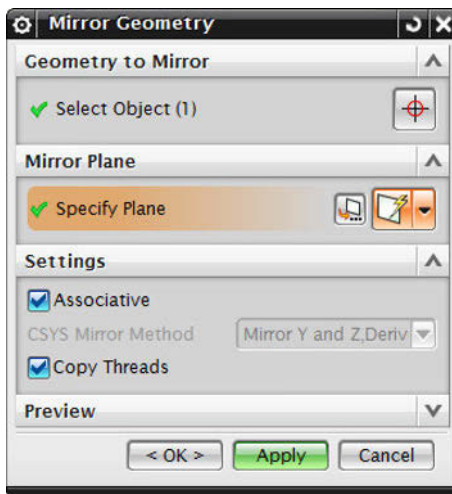
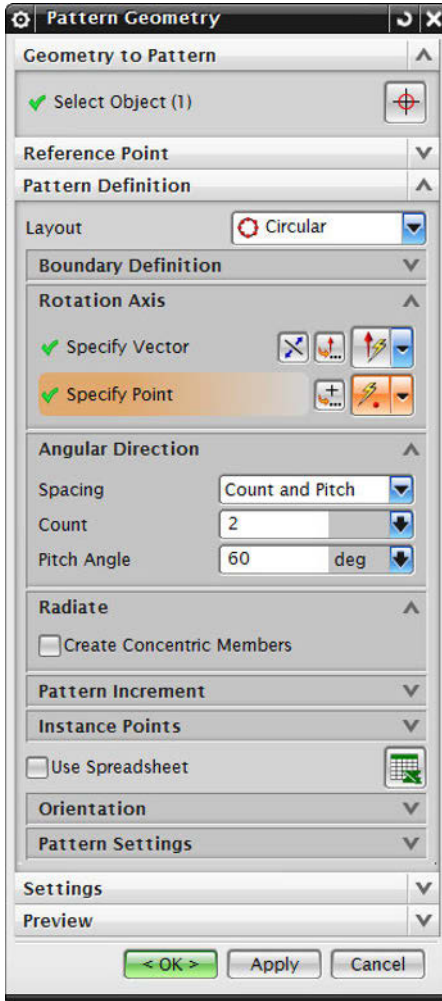


Bild 2-111 Spiegeln mit Mirror Geometry

### 2.3.5 Pattern Geometry

Im nächsten Schritt gilt es eine Hälfte des bearbeiteten Speichenabschnitts zu vervielfältigen.

Hierzu wird die Funktion **PATTERN GEOMETRY** [MENU > INSERT > ASSOCIATIVE COPY > PATTERN GEOMETRY] ausgewählt.



Als Erstes ist unter ‚**Geometry to Pattern**‘ der zu kopierende Teil der Speiche auszuwählen. In diesem Fall wurde die rechte Hälfte ausgewählt.

Nun ist unter ‚**Pattern Definition**‘ der **Layout** Typ auf **Circular** zu stellen.

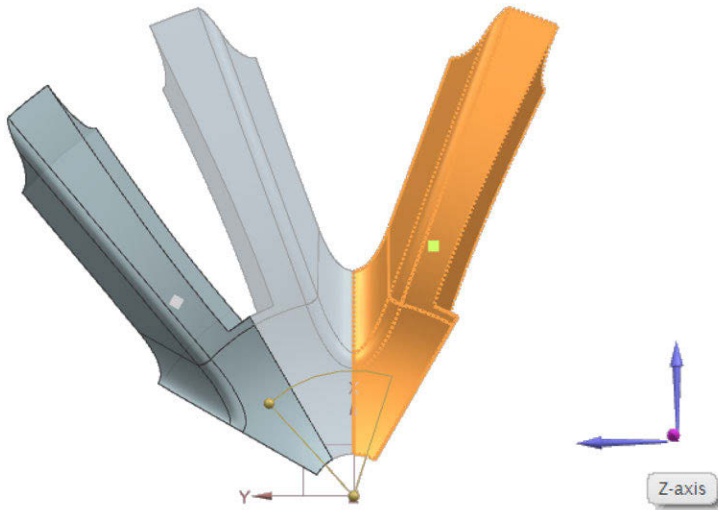
Jetzt ist unter ‚**Rotation Axis**‘ bei **Specify Vector** die **Z-Achse** zu wählen.

Und anschließend unter **Specify Point** der Punkt, um welchen der Körper rotieren soll. Wählen Sie, wie im **Bild 2-113** zu sehen, den Koordinatenursprung aus.

Unter ‚**Angular Direction**‘ ist die Einstellung für **Count** auf zwei zu setzen. Die Einstellung Count bestimmt die Gesamtanzahl der Kopien der unter **Select Object** ausgewählten Geometrie inklusive des Originalkörpers. Wenn also die Einstellung auf 2 gesetzt wird, bedeutet das, dass zu dem bereits bestehenden Körper ein weiterer hinzukommt.

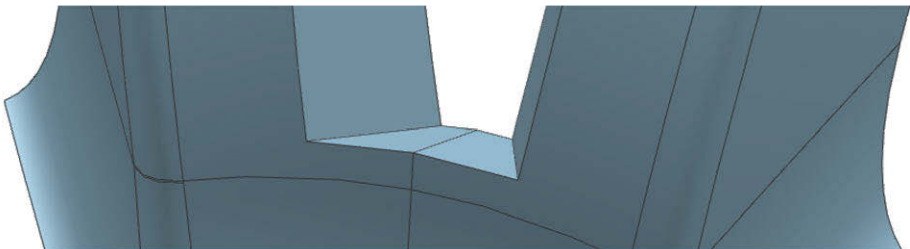
**Bild 2-112 Pattern Geometry**

Unter **Pitch Angle** wird der Winkel festgelegt, unter welchem die erzeugte Kopie eingefügt werden soll. Entnehmen Sie die Werte aus dem obigen **Bild 2-112** und bestätigen Sie dann mit OK.



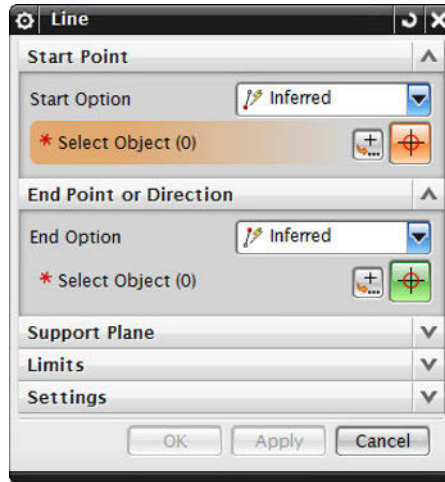
**Bild 2-113** Ergebnis von Pattern Geometry

Die im **Bild 2-114** dargestellte Fläche zwischen den Streben der Speiche muss noch verrundet werden. Um ein besseres Ergebnis bei der Verrundung zu erreichen, muss die Fläche zuvor planiert werden.



**Bild 2-114** Fläche zwischen den Streben

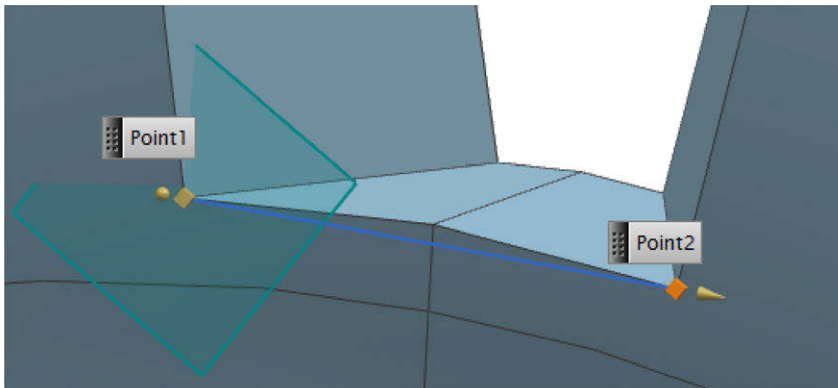
Hierzu wird die Funktion **LINE** [MENU > INSERT > CURVE > LINE] benutzt.



**Bild 2-115** Line

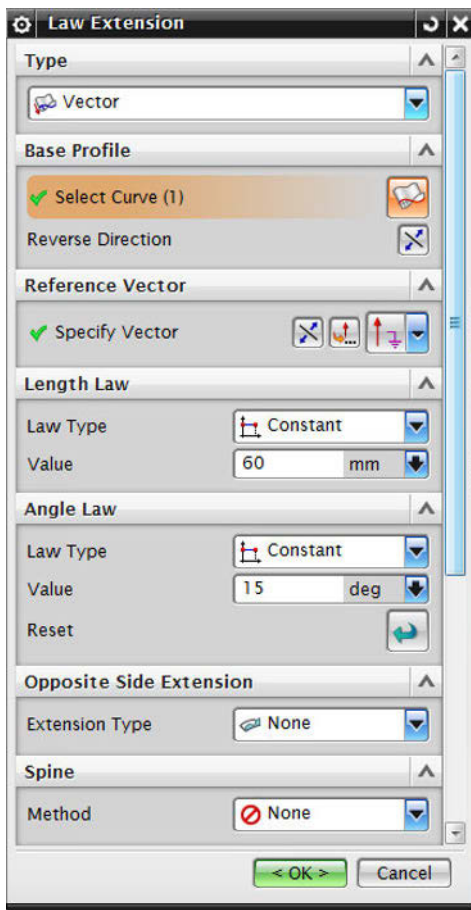
Lassen Sie die Einstellung der Start Option auf **Inferred** und wählen Sie den Start- und Endpunkt der Line wie in **Bild 2-116** dargestellt aus. Durch die Einstellung **Inferred** schlussfolgert das Programm automatisch die gewünschte Auswahlmethode.

Bestätigen Sie wieder mit **OK**.



**Bild 2-116** Auswahl des Start- und Endpunktes

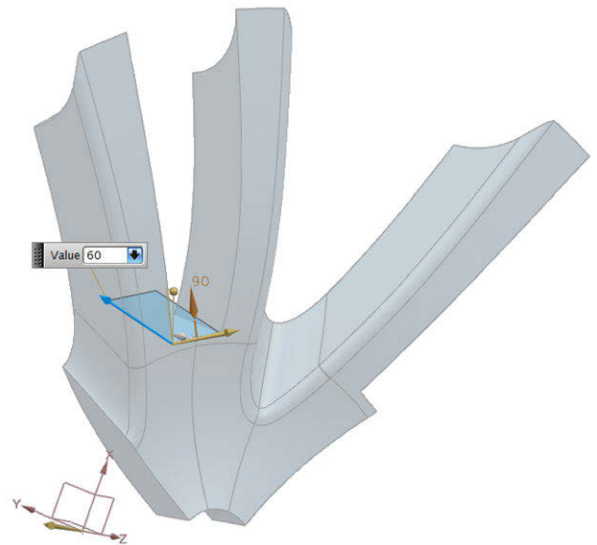
Mit Hilfe der bereits zuvor angewandten Funktion **LAW EXTENSION** [MENU > INSERT > **FLANGE SURFACE** > **LAW EXTENSION**] ist es möglich aus der erstellten Line eine ebene Fläche zu erzeugen.



Stellen Sie den ‚Type‘ auf **Vector** und selektieren Sie unter Select **Curve** die Line.

Für **Specify Vector** wählen Sie die **Bild 2-117** gewählte Richtung.

Nun sind noch die Länge und der Winkel einzugeben. Entnehmen Sie diese Werte ebenfalls **Bild 2-117**.

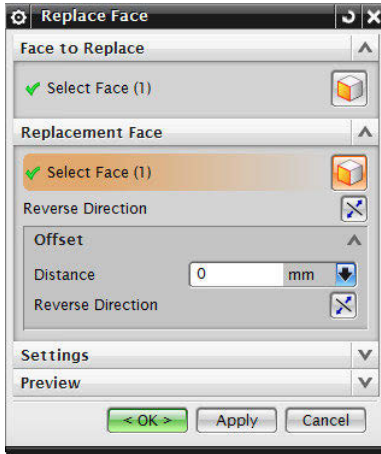


**Bild 2-117** Erzeugen der ebenen Fläche

Bestätigen Sie Ihre Eingaben mit **OK**.

### 2.3.6 Replace Face

Mit Hilfe der Funktion **REPLACE FACE** [MENU > INSERT > SYNCHRONOUS MODELING > REPLACE FACE] wird die erzeugte Fläche als Referenzfläche zum Angleichen bzw. Planieren der Felgenreometrie verwendet.

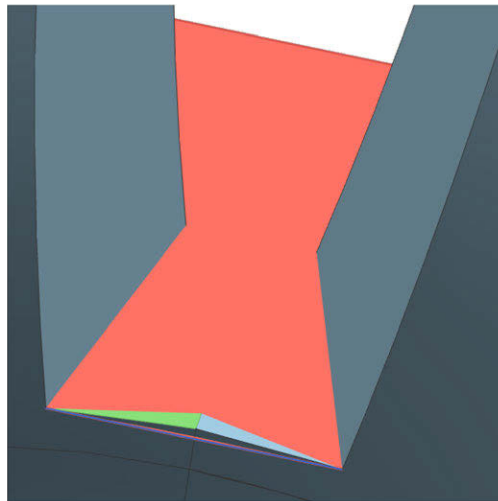


Unter dem Reiter ‚**Face to Replace**‘ ist die zu verändernde Fläche auszuwählen. In diesem Fall ist es die, wie im **Bild 2-119** zu sehen, grün markierte, schräge Fläche.

Anschließend ist unter ‚**Replacement Face**‘ die Bezugsfläche (rot markiert) auszuwählen, anhand welcher die Ausrichtung erfolgt. Hier ist die erzeugte Referenzfläche auszuwählen. Bestätigen Sie die Auswahl mit **Apply**.

Wiederholen Sie diesen Schritt auch mit der rechten Flächenhälfte.

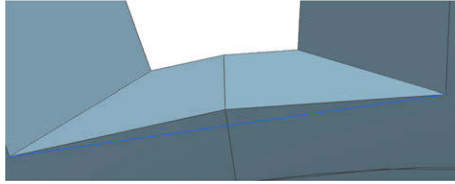
**Bild 2-118** Replace Face



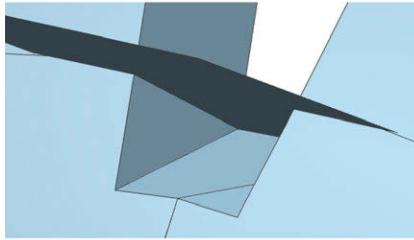
**Bild 2-119** Auswahl der Flächen

Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes sollte wie folgt aussehen:

Vorher:

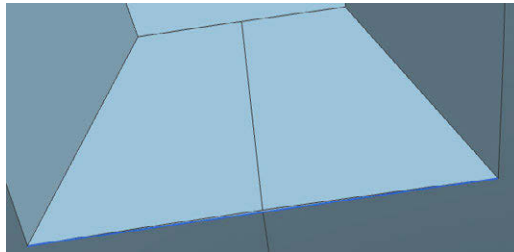


**Bild 2-120** Vorderansicht vor der Bearbeitung



**Bild 2-121** Hinteransicht vor der Bearbeitung

Nachher:



**Bild 2-122** Vorderansicht nach der Bearbeitung



Bild 2-123 Hinteransicht nach der Bearbeitung

Jetzt können die erzeugte Line und die daraus generierte Referenzfläche durch Rechtsklick **Hide** unsichtbar gemacht werden.

Im nächsten Schritt werden die beiden Speichenhälften zu einem Körper mit Hilfe der Funktion **Unite** [MENU > INSERT > COMBINE > UNITE] vereint.

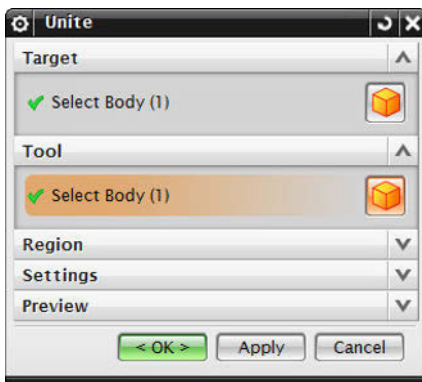


Bild 2-124 Unite

Wählen Sie für Target und Tool jeweils eine der beiden zu vereinigenden Hälften aus und bestätigen Sie mit **OK**.

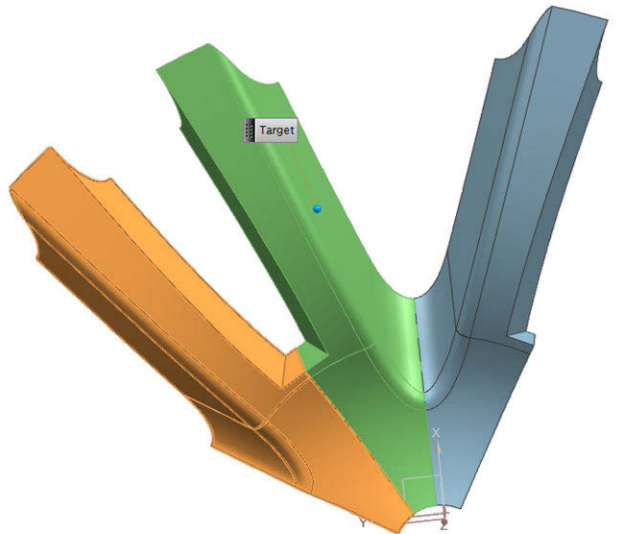


Bild 2-125 Auswahl für Target und Tool

### 2.3.7 Face Blend

Als Nächstes wird der zuvor geplante Bereich verrundet. Hierzu wird die Funktion **FACE BLEND** [MENU > INSERT > DETAIL FEATURE > FACE BLEND] angewendet.

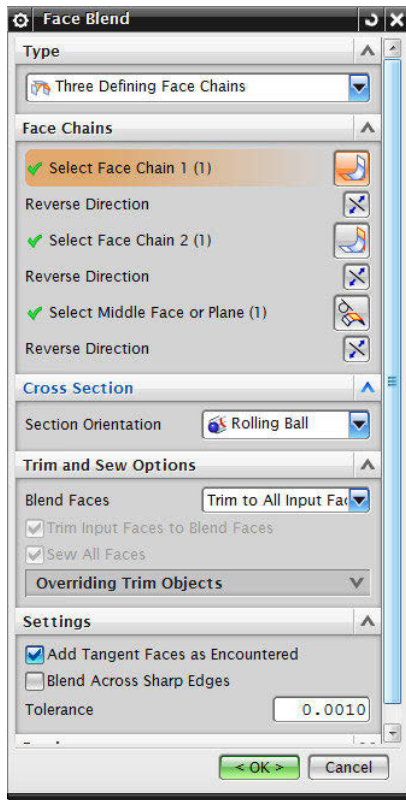


Bild 2-126 Face Blend Parameter

Zunächst muss unter ‚Type‘ die Einstellung auf **Three Defining Face Chains** gesetzt werden.

Als Nächstes muss die zu verrundende Fläche unter **Select Middle Face or Plane** und die Begrenzungen der Verrundung unter **Face Chain 1** beziehungsweise **Face Chain 2** ausgewählt werden. Gehen Sie dabei nach dem **Bild 2-127** vor. Achten Sie darauf, dass die Richtung der Vektoren aus der Fläche hinaus in den Radiusmittelpunkt zeigt. Bei Bedarf ist die Richtung der Vektoren durch einen Klick auf **Reverse Direction** zu ändern.

Unter ‚Trim and Sew Options‘ ist bei dem Reiter **Blend Faces** die Einstellung auf **Trim to All Input Faces** zu setzen. Diese bewirkt eine Trimmung der Rundung in ihrer Länge bündig zur Vorder- und Rückseite der Speiche.

Bestätigen Sie mit **OK**.

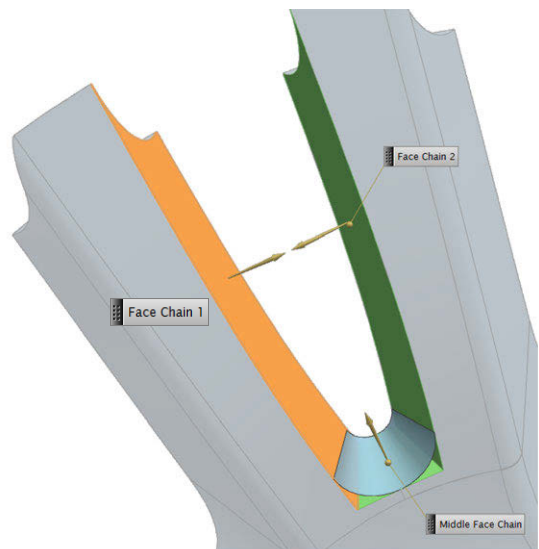
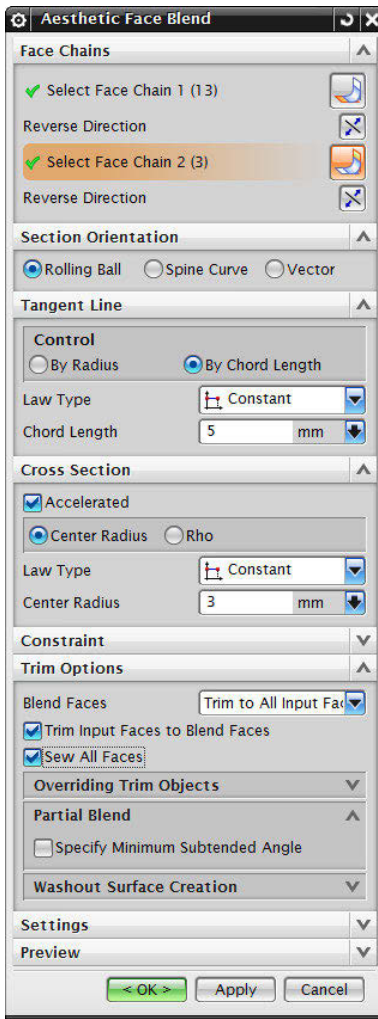


Bild 2-127 Face Blend

Um jetzt noch die Kanten der Speiche zu verrunden, wird die Funktion **AESTHETIC FACE BLEND** [MENU > INSERT > DETAIL FEATURE > AESTHETIC FACE BLEND] verwendet.



**Bild 2-128** Aesthetic Face Blend

Unter dem Reiter ‚Face Chain 1‘ und ‚Face Chain 2‘ sind wie im **Bild 2-129** dargestellt die Oberfläche (grün dargestellt) und die Innenfläche (gelb dargestellt) auszuwählen.

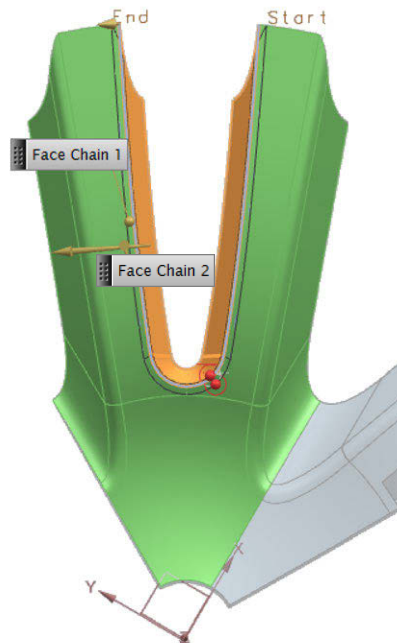
Setzen Sie anschließend die Einstellung unter ‚Target Line‘ bei **Control** auf „By Chord Length“.

Die **Chord Length** setzen Sie auf 5 mm.

Unter dem Reiter ‚Cross Section‘ ist ein **Center Radius** von 3 mm einzugeben.

Zuletzt muss unter **Trim Options** bei **Blend Faces** die Einstellung auf **Trim to All Faces** gesetzt werden. Setzen Sie danach bei „Trim Input Faces to Blend Faces“ und „Sew All Faces“ einen Haken.

Bestätigen Sie wieder mit **OK**.

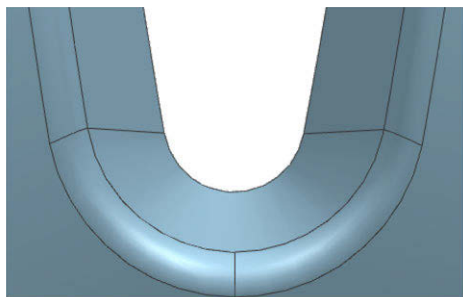


**Bild 2-129** Aesthetic-Face-Blend-Auswahl für Face Chain

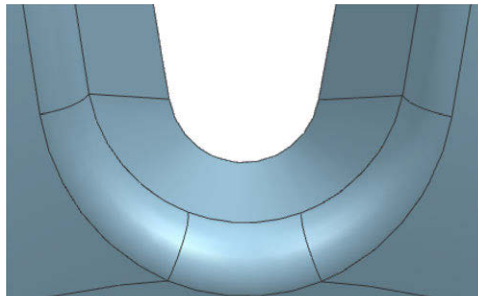
Der Vorteil der **Aesthetic-Face-Blend**-Funktion gegenüber der **Edge-Blend**-Funktion ist, dass die Verrundung der Fläche mit optisch gleichbleibendem Radiusverlauf erfolgt. Mit **Edge Blend** ist der Radiusverlauf eher ungleichmäßig, wobei das natürlich nur eine optische Wahrnehmung ist.

**INFO:** Würde man die beiden Radien analysieren, wäre das Ergebnis, dass der **Edge Blend** einen konstanten Wert über den ganzen Verlauf aufweist, wobei der **Aesthetic Face Blend** über den ganzen Verlauf einen variablen Wert aufweist.

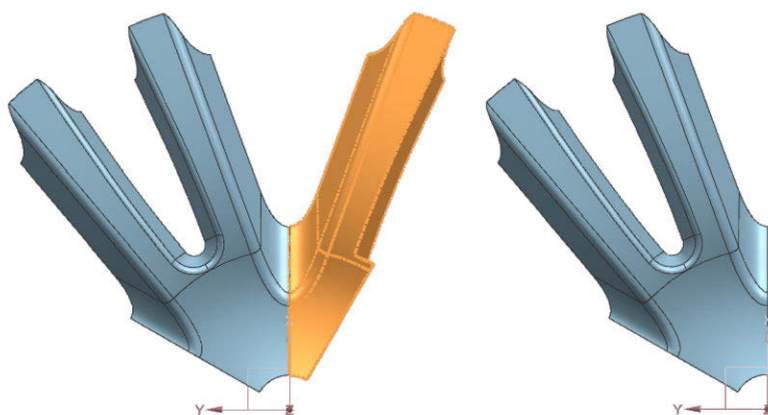
Aesthetic Face Blend



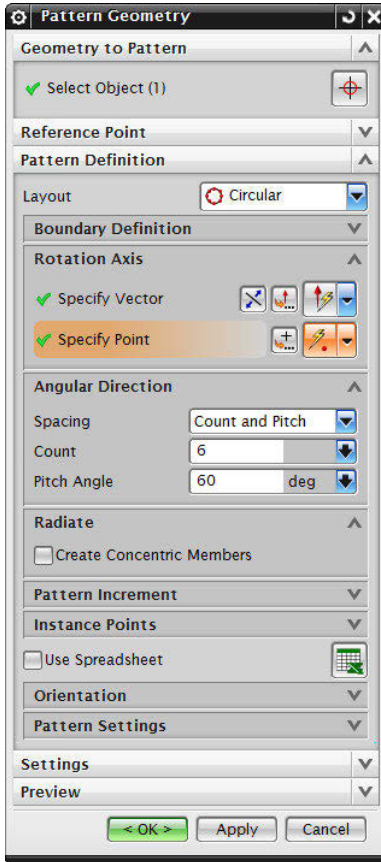
Edge Blend

**Bild 2-130** Verrunden Aesthetic Face Blend vs Edge Blend

Nach diesem Schritt ist die Geometrie des Felgenabschnittes soweit fertig bearbeitet. Machen Sie den rechten Teil der Felge (im **Bild 2-131** gelb markiert) per Rechtsklick und **Hide** unsichtbar. Dieser wird in den folgenden Arbeitsschritten nicht gebraucht.

**Bild 2-131** Rechter Teil der Felge markiert und ausgebildet

Abschließend wird mittels Vervielfältigen des Speichenabschnittes die fertige Vorderseite der Felge erzeugt. Öffnen Sie dazu die Funktion **PATTERN GEOMETRY** [MENU > INSERT > ASSOCIATIVE COPY > PATTERN GEOMETRY]

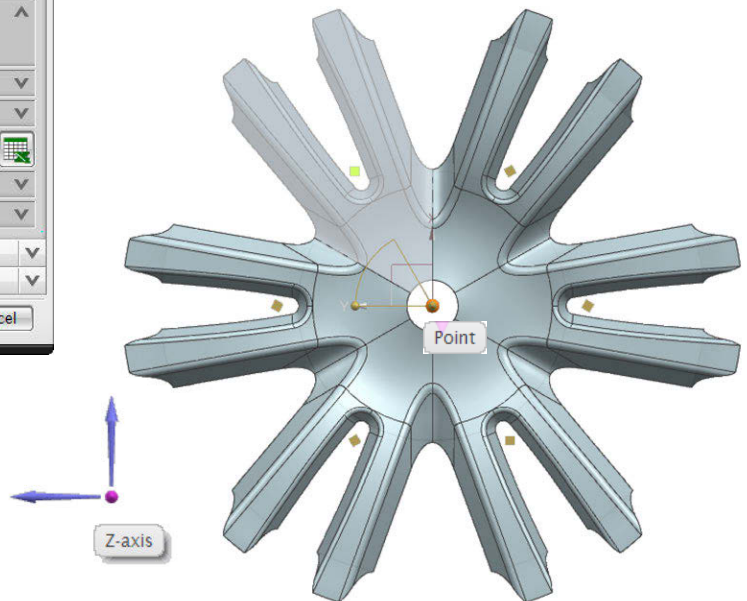


Wählen Sie als erstes im Untermenü ‚**Geometry to Pattern**‘ den Volumenkörper des Speichenabschnittes aus.

Im Untermenü ‚**Pattern Definition**‘ muss die **Layout** Einstellung auf **Circular** gesetzt werden.

Jetzt wählen Sie noch die Richtung des Vektors unter ‚**Specify Vector**‘ und den Drehpunkt der Rotation bei **Specify Point** aus. Wählen Sie für den Vektor die **Z - Achse** wie im **Bild 2-132** dargestellt.

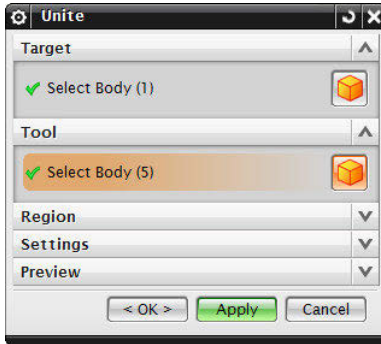
Die Werte für Count und Pitch Angle entnehmen Sie der Abbildung links.



**Bild 2-132** Auswahl der Pattern Geometry Parameter

### 2.3.8 Unite – Verschmelzen der Speichen

Um die einzelnen Kopien des Speichenabschnittes miteinander zu vereinen, wird die Funktion **UNITE** [MENU > INSERT > COMBINE > UNITE] verwendet.



Wählen Sie zunächst einen beliebigen der sechs Körper als **Target** aus und selektieren Sie anschließend die restlichen fünf Körper unter **Tool**. Bestätigen Sie mit **OK**.

Bild 2-133 Unite

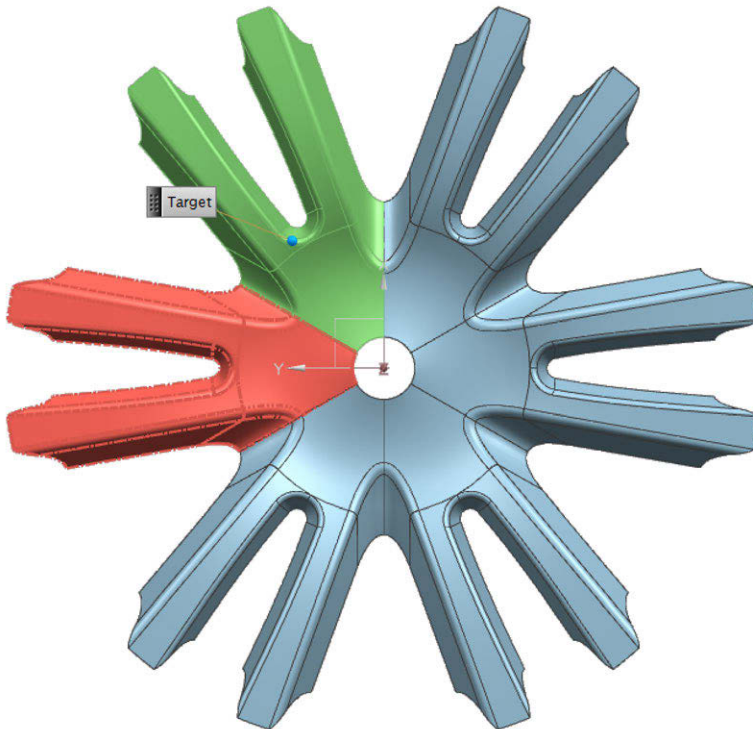
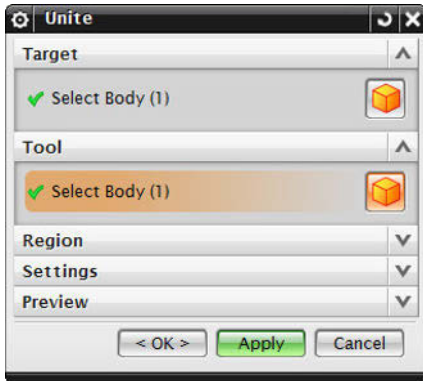


Bild 2-134 Auswahl für Target und Tool

Jetzt wird noch der Felgenring mit den Speichen verbunden.

Hierzu machen Sie zunächst den Felgenring (Revolve6) im Part Navigator per Rechtsklick sichtbar.

Erneut wird die Funktion **UNITE** [**MENU > INSERT > COMBINE > UNITE**] angewendet, um die Speichen mit dem nun sichtbaren Felgenrand zu vereinen.



Wählen Sie wie im **Bild 2-136** dargestellt für ‚**Target**‘ die Speichen (grün markiert) aus.

Wechseln Sie dann zu dem Reiter ‚**Tool**‘ und wählen den Felgenring (gelb markiert) aus.

Bestätigen Sie mit **OK**.

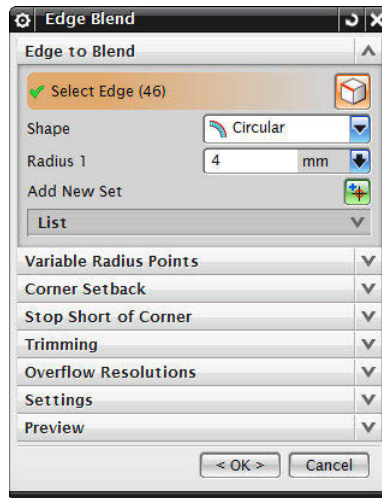
**Bild 2-135** Unite



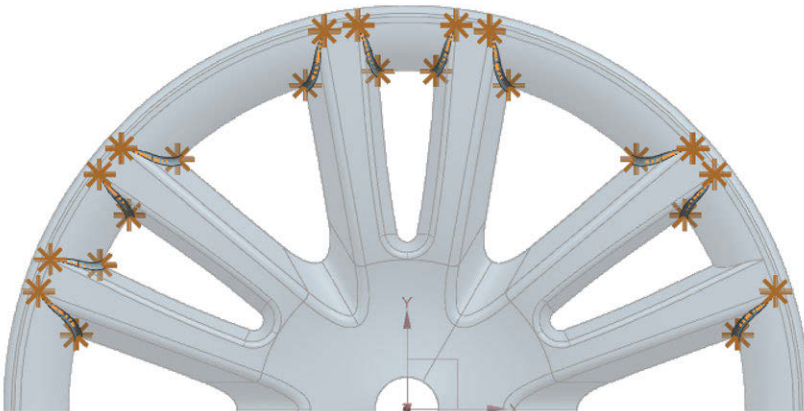
**Bild 2-136** Auswahl für Target und Tool

Jetzt müssen die Verbindungsstellen zwischen dem Felgenring und den Speichen mit **EDGE BLEND** [MENU > INSERT > DETAIL FEATURE > EDGE BLEND] verrundet werden.

Stellen Sie wie im **Bild 2-137** zu sehen, den Radius auf 4 mm ein. Selektieren Sie anschließend alle zu verrundenden Kanten. Die Anzeige sollte wie im **Bild 2-138** aussehen.



**Bild 2-137** Edge Blend



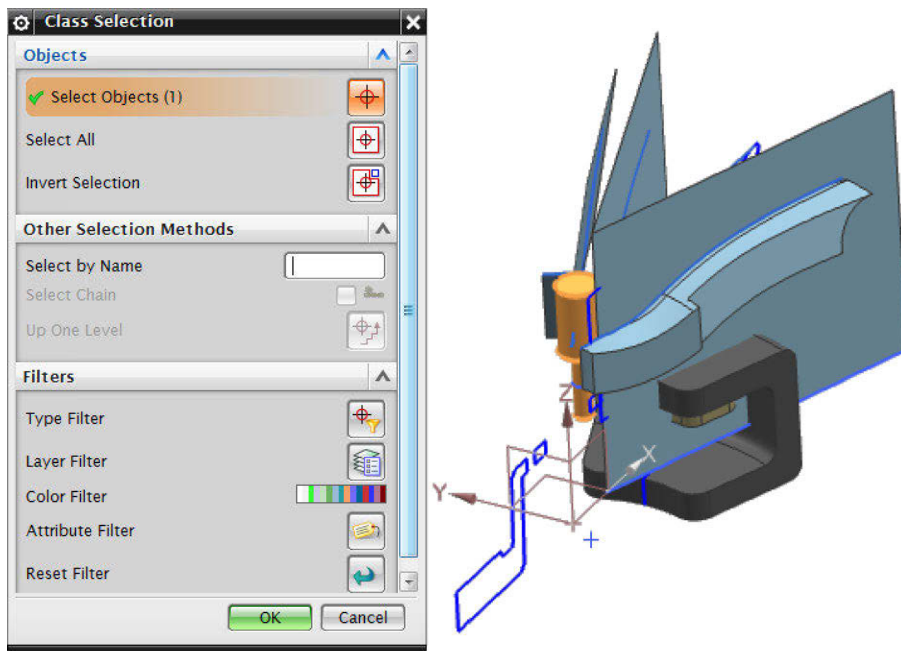
**Bild 2-138** Auswahl der Kanten für Select Edge

Bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**.

Im letzten Schritt werden noch die Senkbohrungen für die Felgenschrauben erzeugt. Dazu wird mit Hilfe der Funktion **SHOW** [STRG+SHIFT+K] die Schraubenvorlage aus der anfänglichen Felgenvorlage ausgewählt und geladen.

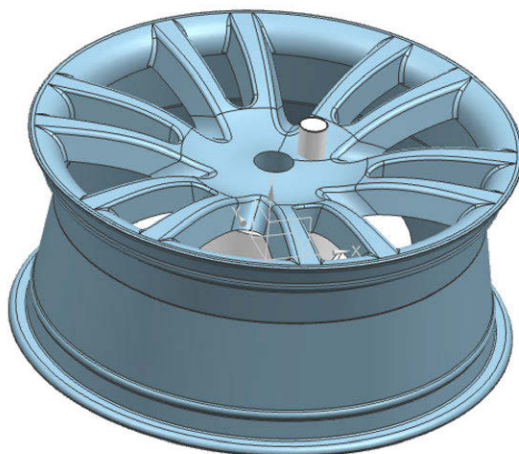
Es öffnet sich das Fenster **CLASS SELECTION**.

Wählen Sie die im **Bild 2-139** farbig hervorgehobene Schraubenvorlage aus.



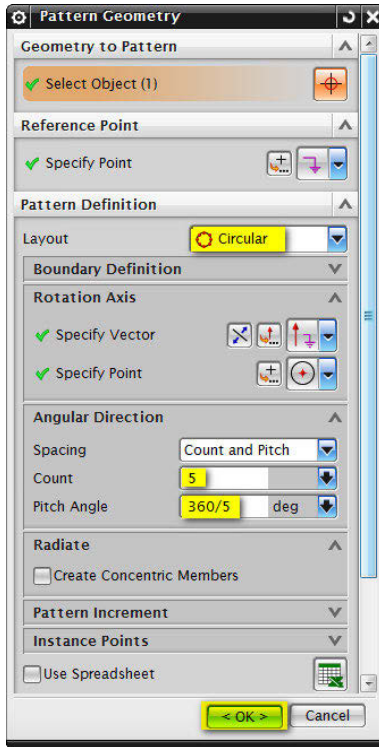
**Bild 2-139** Class Selection – Auswahl der Schraubenvorlage

Die Anzeige sollte wie im **Bild 2-140** aussehen:



**Bild 2-140** Hinzufügen der Schraubenvorlage

Nun wird mit Hilfe der Funktion **PATTERN GEOMETRY** [MENU > INSERT > **ASSOCIATIVE COPY** > **PATTERN GEOMETRY**] die Schraubenvorlage wie im **Bild 2-142** gezeigt vervielfältigt.



**Bild 2-141** Pattern Geometry

Wählen Sie dazu im Untermenü ‚**Geometry to Pattern**‘ die Schraubenvorlage aus. Das zweite Untermenü ‚**Reference Point**‘ sollte nun automatisch den Mittelpunkt der Schraubenvorlage selektieren. Falls dies nicht der Fall ist, korrigieren Sie bitte die Auswahl.

Stellen Sie sicher, dass im Untermenü ‚**Pattern Definition**‘ die im **Bild 2-141** gelblich hervorgehobenen Angaben ausgewählt und eingetragen sind. Als ‚**Rotation Axis**‘ sollte die **Z-Achse** ausgewählt sein. Als **Rotationspunkt** muss hier der Ursprung ausgewählt werden.

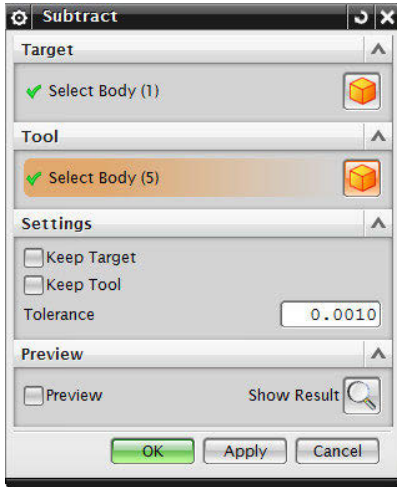


**Bild 2-142** Ergebnis von Pattern Geometry

Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.

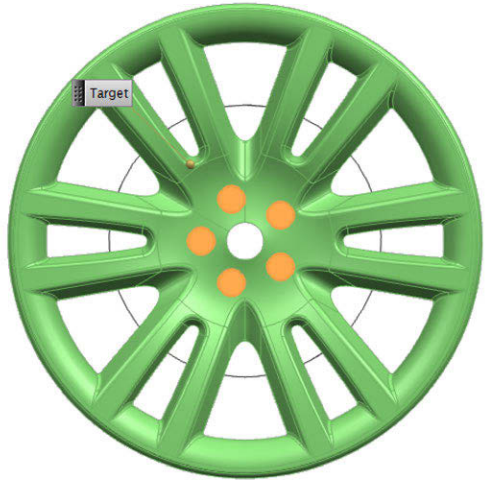
### 2.3.9 Subtract – Erstellen der Schraubenlöcher

Als nächstes gilt es die Senkbohrungen zu erzeugen. Dazu wird die **SUBTRACT** [MENU > INSERT > COMBINE > SUBTRACT] Funktion benutzt. Es öffnet sich folgendes Fenster:



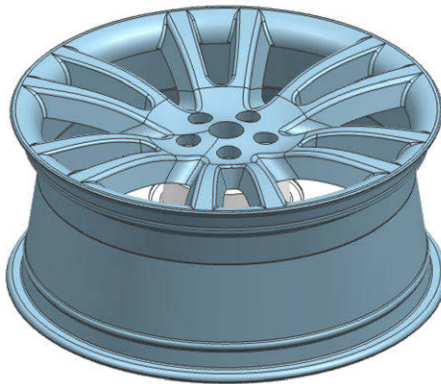
**Bild 2-143** Subtract

Im Untermenü ‚**Target**‘ wird die Felge ausgewählt, während im Untermenü ‚**Tool**‘ die Schraubenvorlage ausgewählt wird.



**Bild 2-144** Auswahl für Target und Tool

Bestätigen Sie die Eingabe mit OK. Es sollte wie im **Bild 2-145** aussehen:



**Bild 2-145** Ergebnis von Subtract

### 2.3.10 Offset — Vergrößern der Senkung

Da die Senkungen noch etwas zu wenig gesenkt sind, soll nun mit der Funktion **OFFSET FACE** [MENU > INSERT > OFFSET/SCALE > OFFSET FACE] nachgebessert werden.

Dazu werden die zu senkenden Flächen, nämlich die eben erzeugten Senkungen, ausgewählt. Achten Sie bei der Auswahl darauf, dass die Offsetrichtung korrekt ausgewählt wird.

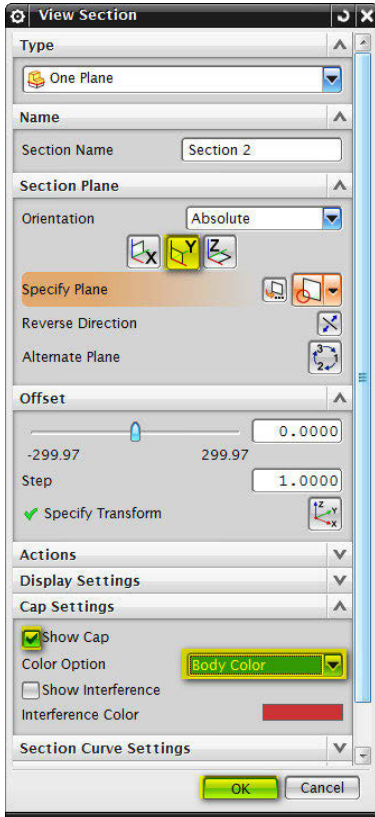


Bild 2-146 Offset Face

Bestätigen Sie die Auswahl mit **OK**.

Als Letztes werden die scharfen Außenkanten der Senkungen mit Hilfe der Funktion **EDGE BLEND** abgerundet. Wählen Sie als Radius den Wert **1** und bestätigen Sie die Auswahl mit **OK**.

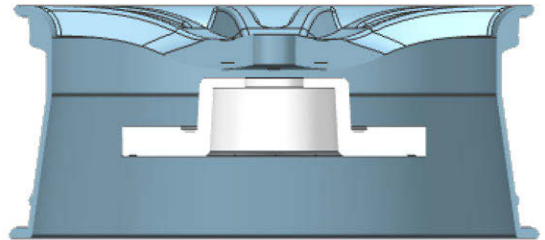
Zur Befestigung der Felge auf der Bremsscheibe muss als Nächstes ein Flansch erstellt werden. Um den vorhandenen Abstand zwischen Felge und Bremsscheibe sehen zu können, drücken Sie die Tasten **STRG+H** gleichzeitig. Es öffnet sich das Fenster **VIEW SECTION**.



**Bild 2-147** View Section

Die Felge sollte nun im Vollschnitt dargestellt werden. Die Ebene wird automatisch ausgewählt. Sie können jedoch auch wie im **Bild 2-147** dargestellt die Ebene selbst definieren. Im Untermenü **Cap Settings** setzen Sie den Haken bei **Show Cap** und wählen als **Color Option** **Body Color** aus. Das hat zur Folge, dass die Querschnitte der Elemente in unterschiedlichen Farben dargestellt werden. Dies erleichtert die weiteren Arbeitsschritte.

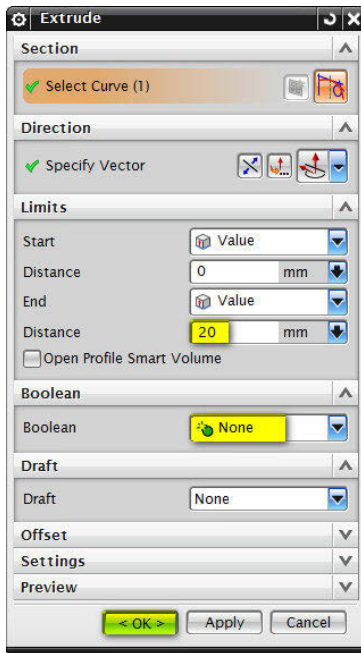
Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.



**Bild 2-148** Halbschnitt Ansicht

Um wieder die ganze Felge anzuzeigen, gehen Sie auf **CLIP SECTION [MENU > VIEW > SECTION > CLIP SECTION]**. Die Aufgabe ist es nun, die Felge um die Höhe des Spaltes zu vergrößern, um einen Abschluss mit der Vorlage zu erreichen.

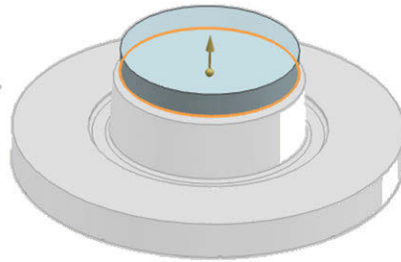
Blenden Sie dazu zunächst die Felge mit der **HIDE [STRG+B]** Funktion aus. Wählen Sie die **EXTRUDE**-Funktion aus und generieren Sie an der im **Bild 2-149** gezeigten Stelle einen **Extrude** mit den gezeigten Einstellungen.



Selektieren Sie den inneren Kreis der Vorlage wie unten abgebildet und stellen Sie den Wert ‚Distance‘ auf **20 mm**.

Achten Sie darauf, dass im Untermenü ‚Boolean‘ die Einstellung ‚None‘ ausgewählt ist.

Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.

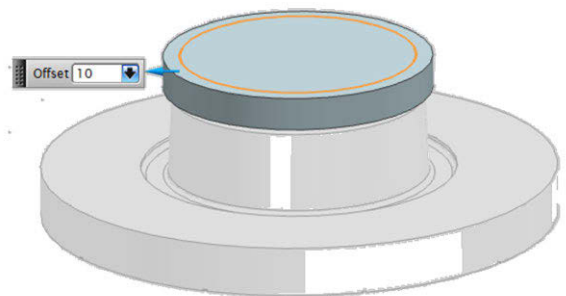


**Bild 2-149** Erzeugter Extrude

**Bild 2-150** Extrude

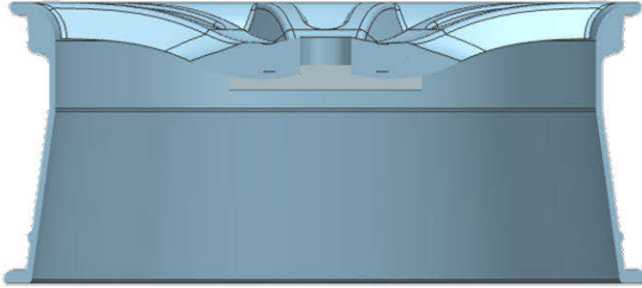
Der erzeugte Zylinder soll mit Hilfe der Funktion **OFFSET FACE [MENU > INSERT > OFFSET/SCALE > OFFSET FACE]** auf den richtigen Außendurchmesser gebracht werden.

Dazu wird die zuvor ausgeblendete Felge mit Hilfe der Funktion **SHOW [MENU > EDIT > SHOW AND HIDE > SHOW]** wieder sichtbar gemacht, während die Vorlage mit Hilfe der **HIDE**-Funktion ausgeblendet wird.



**Bild 2-151** Offset Face

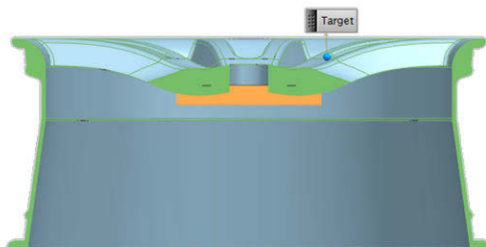
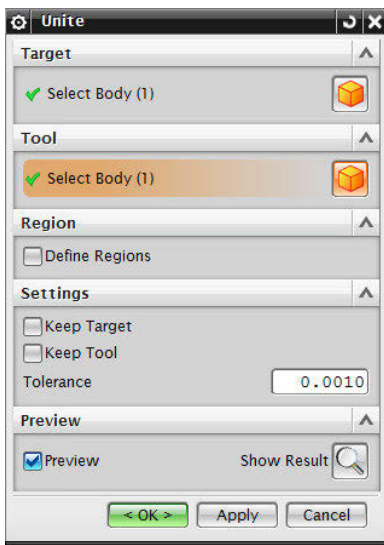
Wechseln Sie nun wieder in den Vollschnittmodus. Die Anzeige sollte folgendermaßen aussehen:



**Bild 2-152** Vollschnitt

Das Ziel ist es den erzeugten Zylinder mit der Felge zu vereinen. Dazu nutzen wir die Funktion **UNITE** [**MENU > INSERT > COMBINE > UNITE**].

Als ‚**Target**‘ wird die Felge und als ‚**Tool**‘ der neu erzeugte Zylinder ausgewählt.

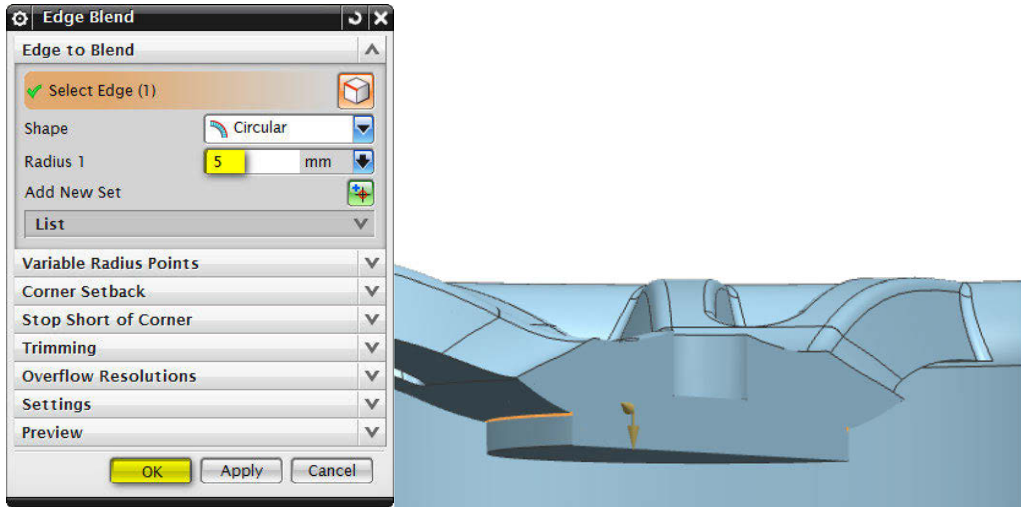


**Bild 2-153** Auswahl für Target und Tool

Bestätigen Sie mit **OK**.

Jetzt sollte der Zylinder eins mit der Felge sein. Dies kann auch anhand der gleichen Farbe erkannt werden.

Abschließend wird noch ein **EDGE BLEND** [MENU > INSERT > DETAIL FEATURE > EDGE BLEND] an der im **Bild 2-154** farbig markierten Stelle eingefügt.



**Bild 2-154** Markierung für Edge Blend

Bestätigen Sie die Eingaben mit **OK**.

Wechseln Sie wieder in die normale Ansicht, indem Sie die Funktion **CLIP SECTION** wieder ausschalten. Machen Sie die Vorlage mit Hilfe der **SHOW**-Funktion wieder sichtbar. Sie werden merken, dass die Bohrlöcher nicht mehr komplett durchgehend sind. Dieses Problem lässt sich sehr schnell im Part Navigator beheben. Dazu müssen die eben erzeugten Features in ihrer Reihenfolge vor das **PATTERN FEATURE** der Bohrungen verschoben werden.

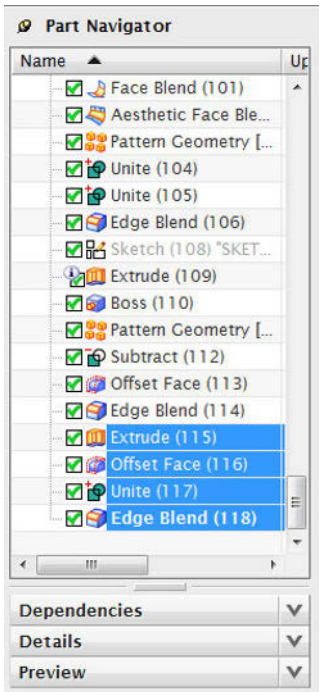


Bild 2-155 Part Navigator

Selektieren Sie im Part Navigator den zuvor erzeugten **EXTRUDE** mit der linken Maustaste. Drücken Sie nun die Umschalttaste und selektieren gleichzeitig das letzte Feature im Part Navigator wieder mit der linken Maustaste. Sie sehen nun, dass alle Features zwischen Ihrer Erst- und Letztauswahl selektiert wurden.

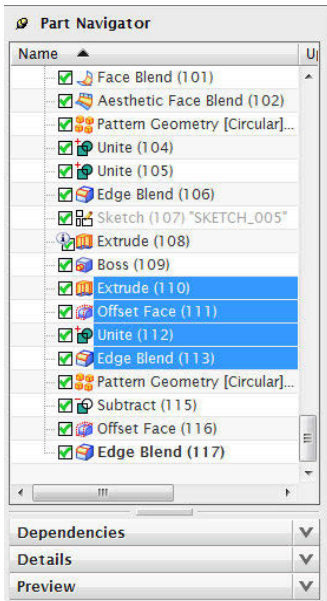


Bild 2-156 Part Navigator – 2

Ziehen Sie nun die selektierten Features vor das **PATTERN GEOMETRY** Feature. Nun sollte die Auswahl in folgender Reihenfolge erscheinen und gleichzeitig die Bohrungen wieder durchgehend sein.

Die fertige Felge sollte nun nach dem Wechsel der Ansicht auf ‚Shaded‘ wie im **Bild 2-157** aussehen:



**Bild 2-157** Fertige Felge

NX 9.0 für Maschinenbauer

Grundlagen Technische Produktmodellierung

Celik, M.

2015, VIII, 175 S. 335 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-07783-9