



## Freiformen mit NX 2306/2312/2406

Seminarhandbuch und Übungen

Autor / Kontakt

**CAx GmbH**

Marcel Schmid  
Geissbergstrasse 32  
CH-8633 Wolfhausen

[www.cax.ch](http://www.cax.ch)

Diese Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, auch die der Übersetzung und Vervielfältigung jeglicher Art der Unterlagen oder Teilen daraus. Kein Teil der Unterlagen darf in irgendeiner Form Dritten zugänglich gemacht werden.

This training material is protected by copyright. All rights reserved. This also applies to translating, printing and copying of the material as a whole or partially. No part of this material may be made available in any form to any third party.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel 1: Allgemeines</b>	<b><u>6</u></b>	<b>2-3: Weitere Kurven</b>	<b><u>58</u></b>	Isoparametrische Kurve ( <i>Isoparametric Curve</i> )	98
Terminologie	7	Befehlsübersicht	59	Isokline Kurve ( <i>Isocline Curve</i> )	99
Einsatzbereiche	8	Kurven anpassen ( <i>Fit Curves</i> )	60	Virtuelle Kurve extrahieren ( <i>Extract Virtual Curve</i> )	101
Vorgehensweisen	9	Kurve auf Oberfläche ( <i>Curve on Surface</i> )	62	Schattenkurve ( <i>Shadow Curve</i> )	103
Voreinstellungen	10	Spirale ( <i>Helix</i> )	64	2D-Kurve optimieren ( <i>Optimize 2D Curve</i> )	104
Toleranz für G2 (Krümmungsstetigkeit)	11	Regelkurve ( <i>Law Curve</i> )	65	Glatter Kurvenkonturzug ( <i>Smooth Curve String</i> )	105
Empfehlungen	12	Allgemeiner Kegelschnitt ( <i>General Conic</i> )	67		
		Konstruktionszugkurve ( <i>Spine Curve</i> )	68	<b>Kapitel 3: Freiform-Flächen</b>	
<b>Kapitel 2: Kurven</b>		<b>2-4: Abgeleitete Kurven</b>	<b><u>70</u></b>	<b>3-1: Flächen erzeugen</b>	<b><u>110</u></b>
<b>2-1: Splines</b>	<b><u>14</u></b>	Befehlsübersicht	71	Allgemeines zu Flächen	111
Allgemeines	15	Kurve versetzen ( <i>Offset Curve</i> )	72	Befehlsübersicht	116
Studio-Spline		3D-Kurve versetzen ( <i>Offset 3D Curve</i> )	74	Begrenzte Ebene ( <i>Bounded Plane</i> )	117
Übersicht	16	Kurve in Fläche versetzen ( <i>Offset Curve in Face</i> )	75	Regelfläche ( <i>Ruled</i> )	118
Zeichnungsebene	17	Kurve projizieren ( <i>Project Curve</i> )	81	Durch Kurven ( <i>Through Curves</i> )	124
Punkte verschieben/hinzufügen	18	Kombinierte Projektion ( <i>Combined Projection</i> )	84	Durch Kurvennetz ( <i>Through Curve Mesh</i> )	130
Typen	24	Kurve auf-/abwickeln ( <i>Wrap/Unwrap Curve</i> )	85	Extrudiert ( <i>Swept</i> )	138
Grad	26	Kurve skalieren ( <i>Scale Curve</i> )	86	Extrudiertes Volumen ( <i>Swept Volume</i> )	158
Segmente	29	Überbrückungskurve ( <i>Bridge Curve</i> )	87	Abweichende Extrusion ( <i>Variational Sweep</i> )	160
Zwangsbedingungen	31	Kreisförmige Verrundungskurve ( <i>Circular Blend Curve</i> )	92	Schnittfläche ( <i>Section Surface</i> )	171
Splines in Skizzen	35	Kurve vereinfachen ( <i>Simplify Curve</i> )	93	Oberfläche mit n Seiten ( <i>N-Sided Surface</i> )	187
Rasterbild	39	Zusammengesetzte Kurve ( <i>Composite Curve</i> )	94	Fläche füllen ( <i>Fill Surface</i> )	192
<b>2-2: Kurven-Analyse</b>	<b><u>46</u></b>	Schnittkurve ( <i>Intersection Curve</i> )	96	Patch-Öffnungen ( <i>Patch Openings</i> )	195
Spline Informationen	48	Schnittkurve ( <i>Section Curve</i> )	97		
Spline-Pole anzeigen ( <i>Show Spline Poles</i> )	49				
Kurvenanalyse	50				
Stetigkeit ( <i>Continuity</i> )	52				

# Inhaltsverzeichnis

## 3-1: Flächen erzeugen (Fortsetzung)

Überbrücken ( <i>Bridge</i> )	198
Übergang ( <i>Transition</i> )	204
In Patches unterteilen ( <i>Snip into Patches</i> )	207
Erweiterungsfläche ( <i>Extension Surface</i> )	208
Erweiterungsfläche ( <i>Ribbon Builder</i> )	211
Regelerweiterung ( <i>Law Extension</i> )	212
Silhouettenflansch ( <i>Silhouette Flange</i> )	218
Fläche einpassen ( <i>Fit Surface</i> )	222

## 3-2: Flächen-Operationen [235](#)

Befehlsübersicht	236
Vergrößern ( <i>Enlarge</i> )	237
Fläche verlängern ( <i>Extend Sheet</i> )	238
Trimmen/Verlängern ( <i>Trim and Extend</i> )	239
Fläche trimmen ( <i>Trim Sheet</i> )	241
Trimmen rückgängig ( <i>Untrim</i> )	246
Kante löschen ( <i>Delete Edge</i> )	247
Fläche löschen ( <i>Delete Face</i> )	248
Körper löschen ( <i>Delete Body</i> )	249
Fläche teilen ( <i>Divide Face</i> )	250
Fläche verbinden ( <i>Join Face</i> )	253
Zusammenfügen ( <i>Sew</i> )	255
Flächenbegrenzungsanalyse ( <i>Sheet Boundary Analysis</i> )	258

Auftrennen ( <i>Unsew</i> )	260
Patch	262
Kombinieren ( <i>Combine</i> )	264
Fläche versetzen ( <i>Offset Face</i> ) vs. Versetzen ( <i>Offset</i> )	265
Verstärken ( <i>Thicken</i> )	266
Oberfläche versetzen ( <i>Offset Surface</i> )	269
Variabler Offset ( <i>Variable Offset</i> )	272
Schrupp Offset ( <i>Rough Offset</i> )	273
Körper prägen ( <i>Emboss Body</i> )	276
Prägen ( <i>Emboss</i> )	280
Präge-Offset ( <i>Offset Emboss</i> )	284
Flächenverrundung ( <i>Face Blend</i> )	285
Ecke verrunden ( <i>Blend Corner</i> )	294
Globale Formgebung ( <i>Global Shaping</i> )	297
Globale Verformung ( <i>Global Deformation</i> )	303

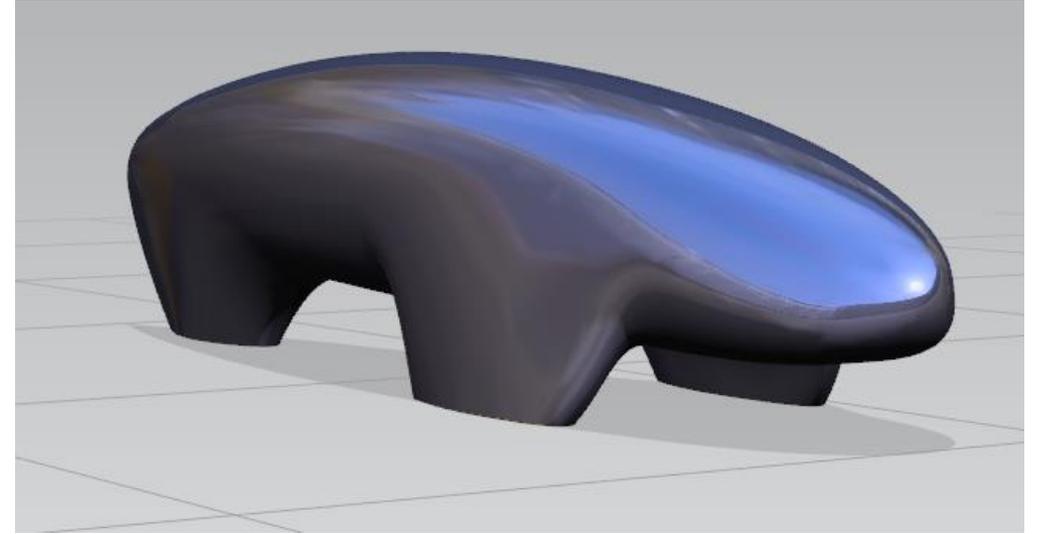
## 3-3: Flächen-Analyse [306](#)

Einführung	307
Funktionsübersicht	308
Geometrie überprüfen ( <i>Examine Geometry</i> )	309
Reflexion ( <i>Reflection</i> )	310
Radius	313
Lokaler Radius	316
Neigung ( <i>Slope</i> )	317
Flächenstetigkeitsanalyse ( <i>Surface Continuity Analysis</i> )	319



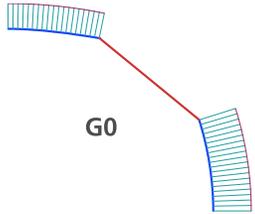
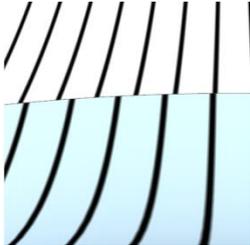
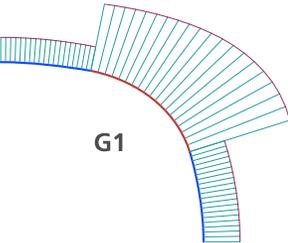
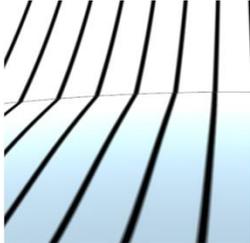
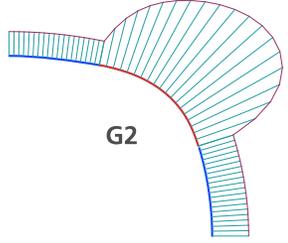
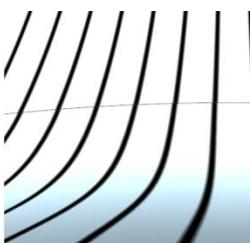
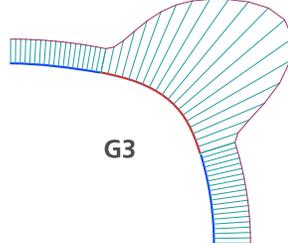
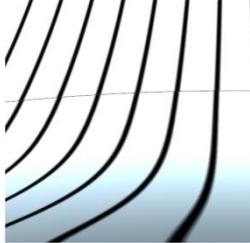
## Terminologie

- Freiform-Kurven und -Flächen kommen immer dann zum Einsatz, wenn Konturen, Übergänge und Formen nicht mehr über sogenannte quadratische Funktionen definiert werden können.
- Zu den quadratischen Funktionen zählen:  
Gerade, Kreis, Ellipse, Parabel, Hyperbel und Kegelschnitt.
- In Bezug auf Flächen:  
Quader, Zylinder, Kugel, Kegel, Ellipsoid, Hyperboloid, Paraboloid.
- Alle anderen Formen werden z.B. über Kurven und Flächen vom Grad 3 oder 5 definiert, die im Allgemeinen als Freiformflächen bezeichnet werden.



PAC-Car II ([www.paccar.ethz.ch](http://www.paccar.ethz.ch))

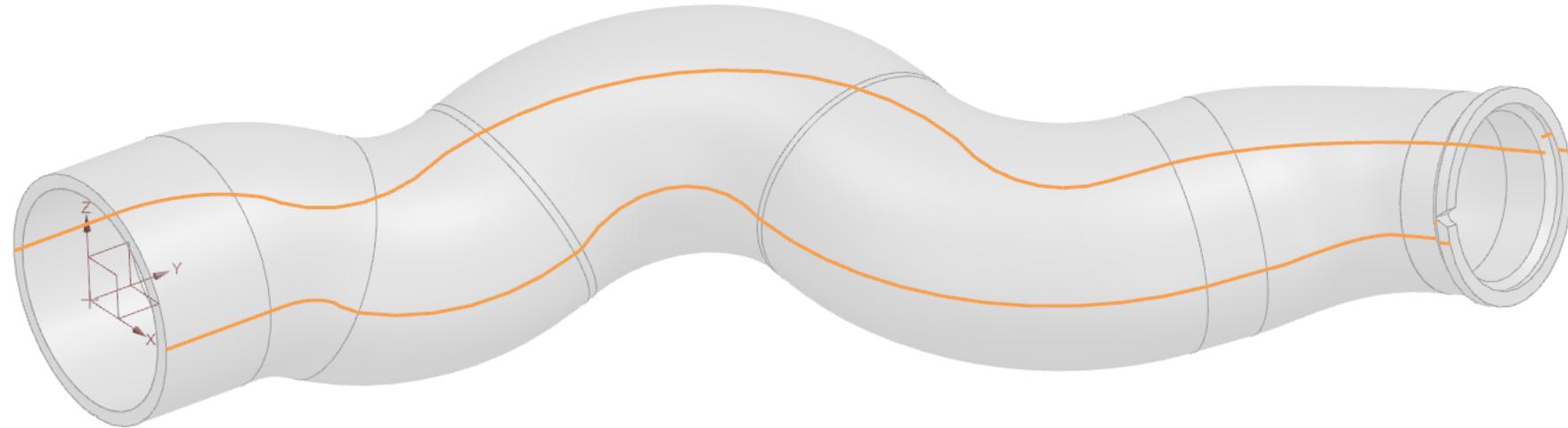
Stetigkeit (*Continuity*): Übergang zwischen zwei benachbarten Kurven (oder Flächen)

	<b>Beschreibung</b>	<b>Kurven-Stetigkeit</b>	<b>Flächen-Stetigkeit</b>
<b>G0</b>	<p><b>Punkt-Übereinstimmung</b> Die Endpunkte treffen zusammen. Der Übergang ist nicht tangential.</p>	 <p>G0</p>	
<b>G1</b>	<p><b>Tangenten-Übereinstimmung</b> Der Übergang ist tangential, z.B. eine gerundete Ecke (Linie – Kreisbogen – Linie). Die Linie besitzt eine unendliche Krümmung, der Kreisbogen hingegen einen definierten Radius. Beim Übergang erfährt die Krümmung eine sprunghafte Änderung.</p>	 <p>G1</p>	
<b>G2</b>	<p><b>Krümmungs-Übereinstimmung</b> bedeutet, dass der Wert der Krümmung beider Kurven bzw. Flächen beim Übergang gleich ist. Wie die Krümmung sich ändert, ist hier nicht bestimmt.</p>	 <p>G2</p>	
<b>G3</b>	<p><b>Krümmungsgradienten-Übereinstimmung</b> bedeutet, dass die beiden Objekte glatt miteinander verbunden sind und dieselbe Tangente, Krümmung und Krümmungsänderungsrate aufweisen.</p>	 <p>G3</p>	

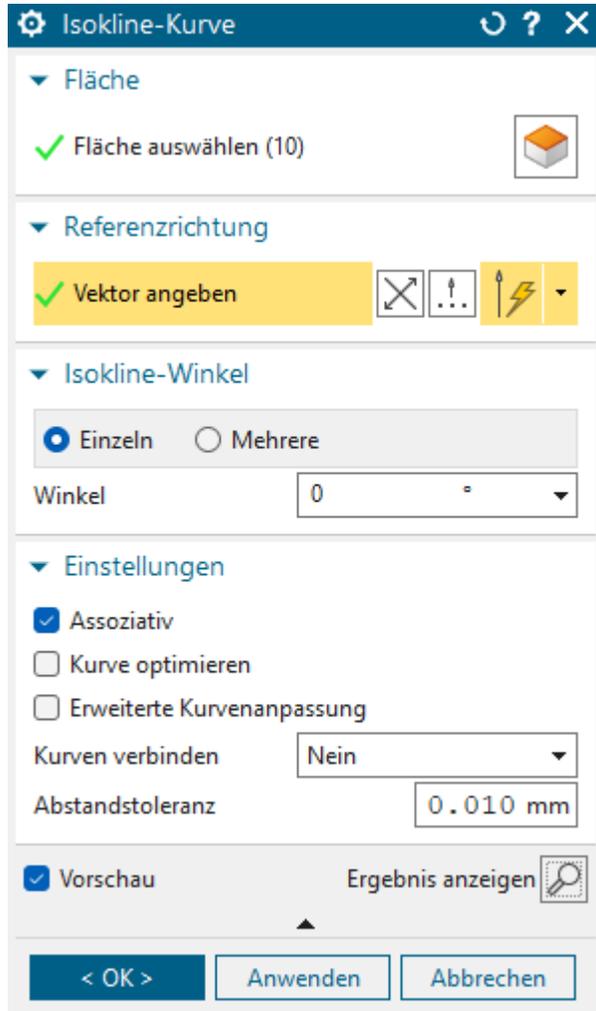
Erzeugt Kurven auf der Teileoberfläche auf Basis der Flächennormalen, eines Winkels und einer Vektorrichtung.



- Isokline werden beispielweise verwendet zum Teilen einer Fläche und Erzeugen von Trennflächen für eines Formteil.



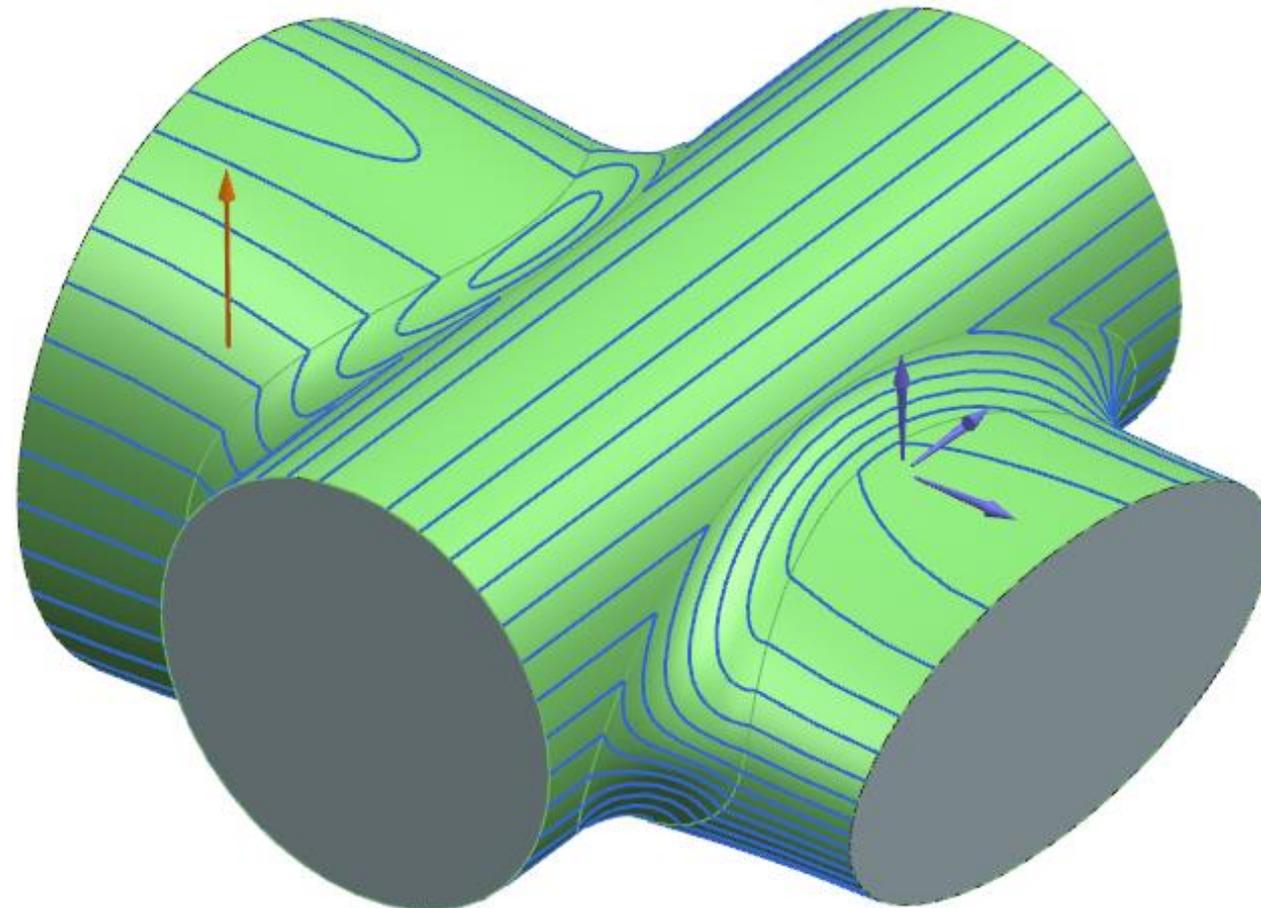
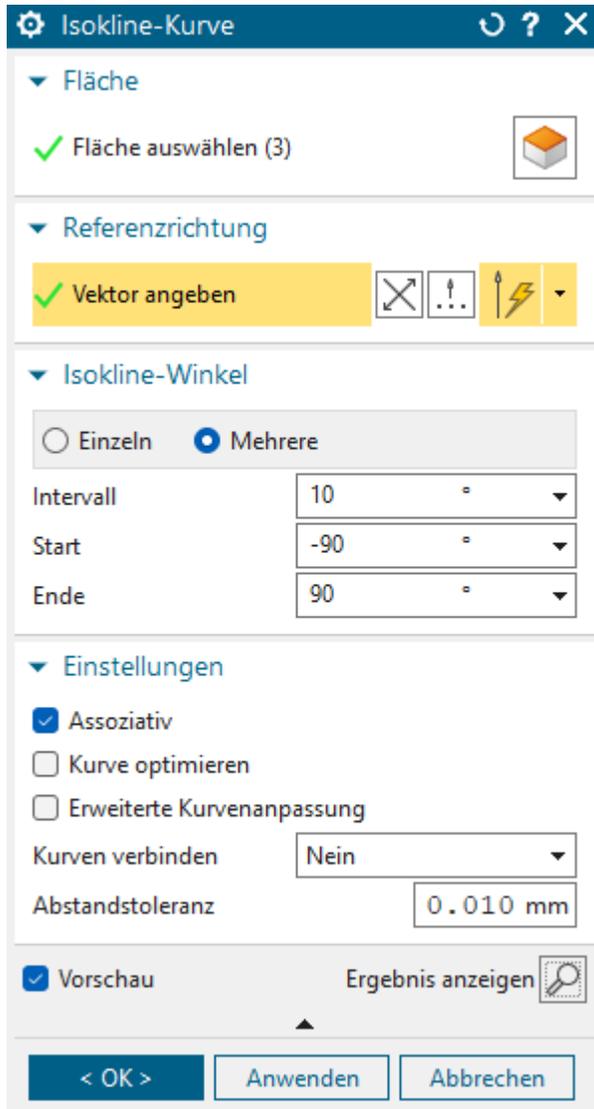
- Winkel  $0^\circ$  erzeugt eine **Silhouettenkurve** (bezüglich) Referenzrichtung.



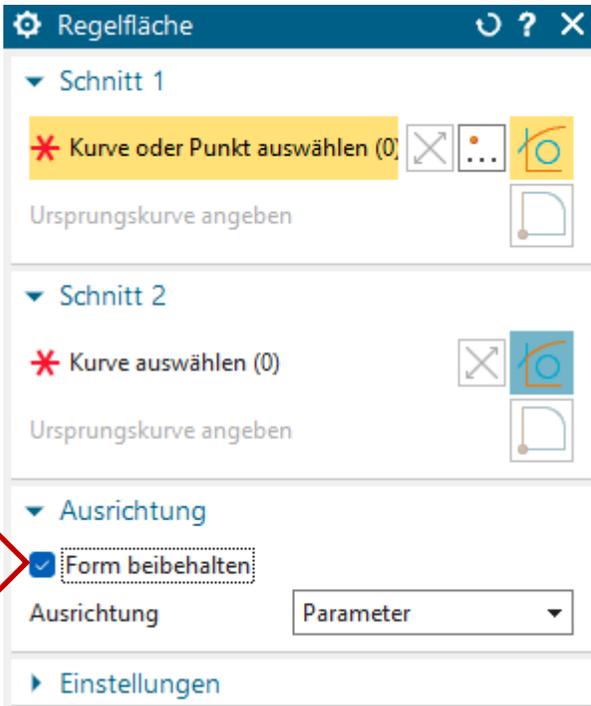
Hinweis: Verwenden Sie für Isokline-Kurven-Formelemente aus früheren Versionen den Befehl **Formelement erneuern** (*Feature Renew*) um diese mit dem neuen Dialog bearbeiten zu können.

**Mehrere** (*Multiple*) erzeugt gleichzeitig mehrere Isokline-Kurven in Grad-Intervallen zwischen Start- und End-Winkel.

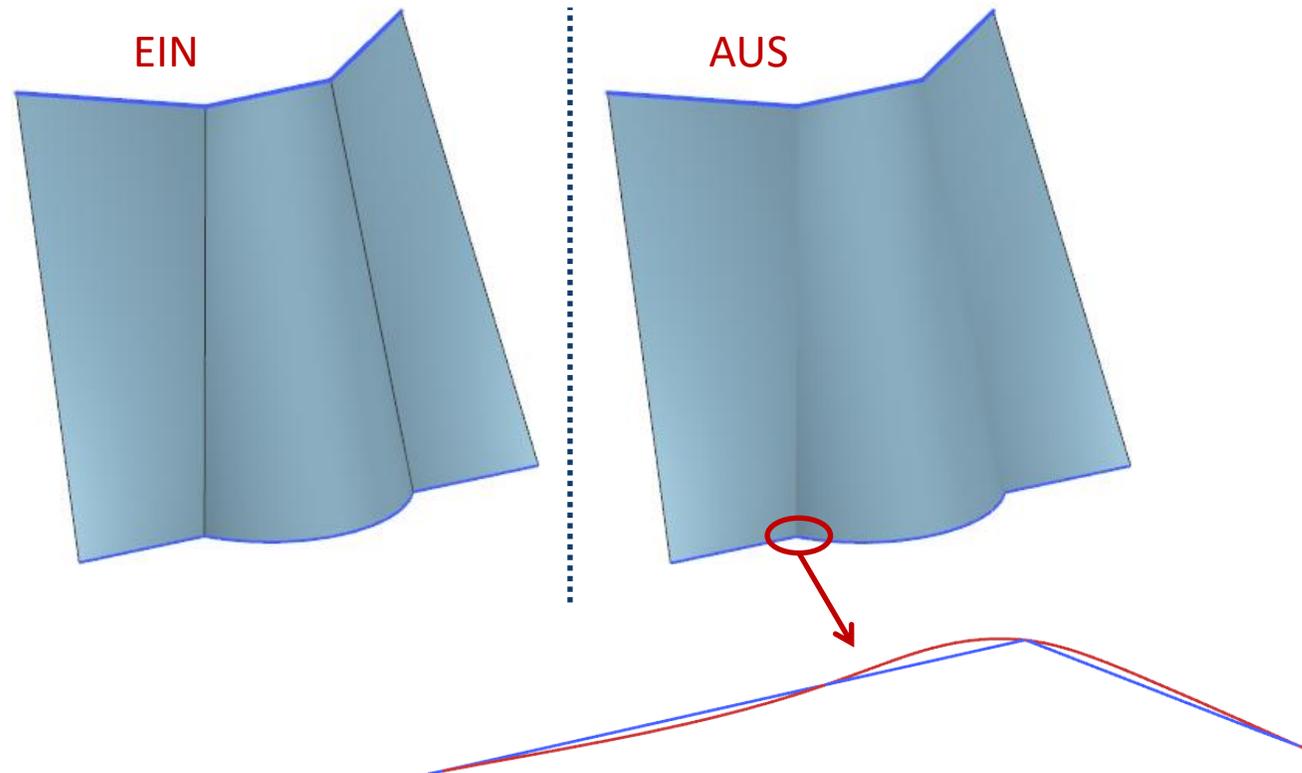
- Diese Option kann auch zur Analyse der Form von Flächen benutzt werden.



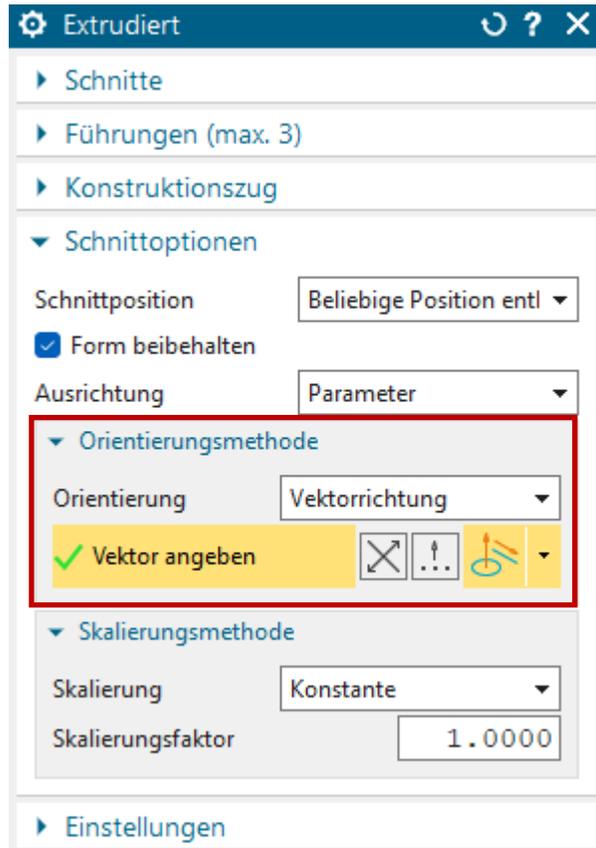
- **Form beibehalten** (*Preserve Shape*) bewirkt, dass scharfe Ecken erhalten bleiben.



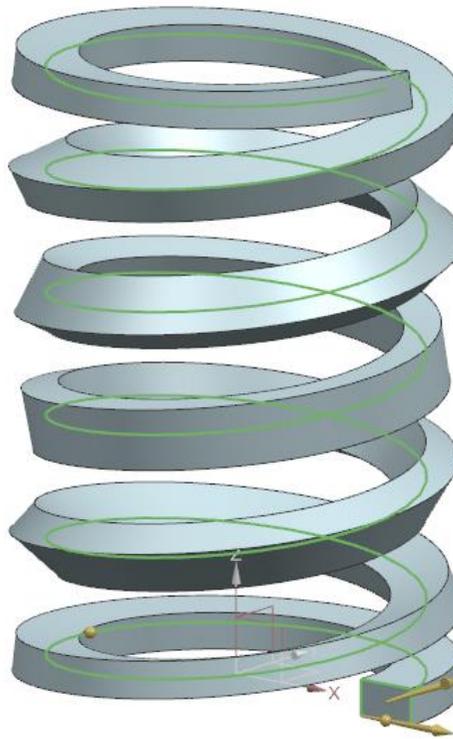
- Die Fläche wird (intern) in mehrere Einzelflächen unterteilt.
- Wird „**Form beibehalten**“ deaktiviert, so werden scharfe Ecken mit einem kleinen Krümmungsradius innerhalb des G0-Toleranzwertes versehen. Dies ist aus fertigungstechnischer Sicht ungünstig und von solchen Flächen kann meist kein Offset gebildet werden.



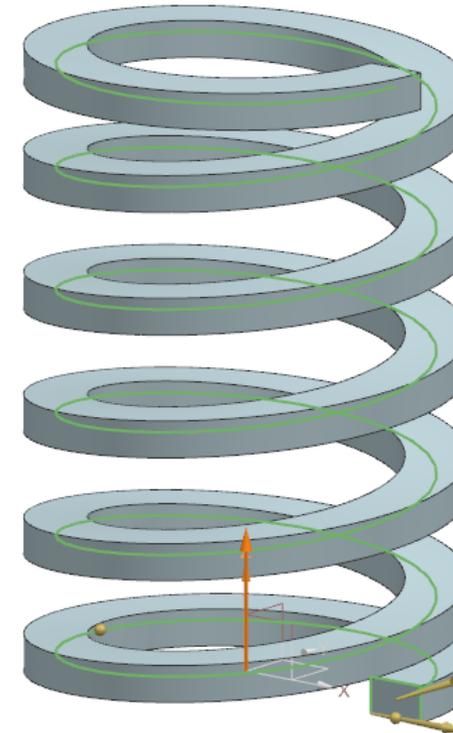
- **Form beibehalten** ist nur bei Ausrichtung „Parameter“ und „Punkte“ verfügbar.



- **Vektorrichtung** (*Vector Direction*) richtet die zweite Achse des lokalen Koordinatensystems an einem festzulegenden Vektor aus. Dadurch bewegt sich der Schnitt entlang der Führung so, dass die Orientierung zwischen Schnitt und Vektorrichtung konstant bleibt.
- Hinweis: Die Vektorrichtung verhält sich nicht assoziativ!



Fest



Vektorrichtung



- Erzeugt eine Boolesche Operation vom Typ Subtrahieren oder Schnittmenge über ein **Hüllvolumen** durch Führen eines „Werkzeuges“ entlang eines Weges (2D oder 3D).

**Extrudiertes Volumen**

Werkzeugkörper  
 Körper auswählen (1)

Werkzeugweg  
 Kurve auswählen (5)  
 Referenzpunkt

Orientierung  
 Orientierung extrudierer: **senkrecht zu Weg**  
 Specify Lock Direction

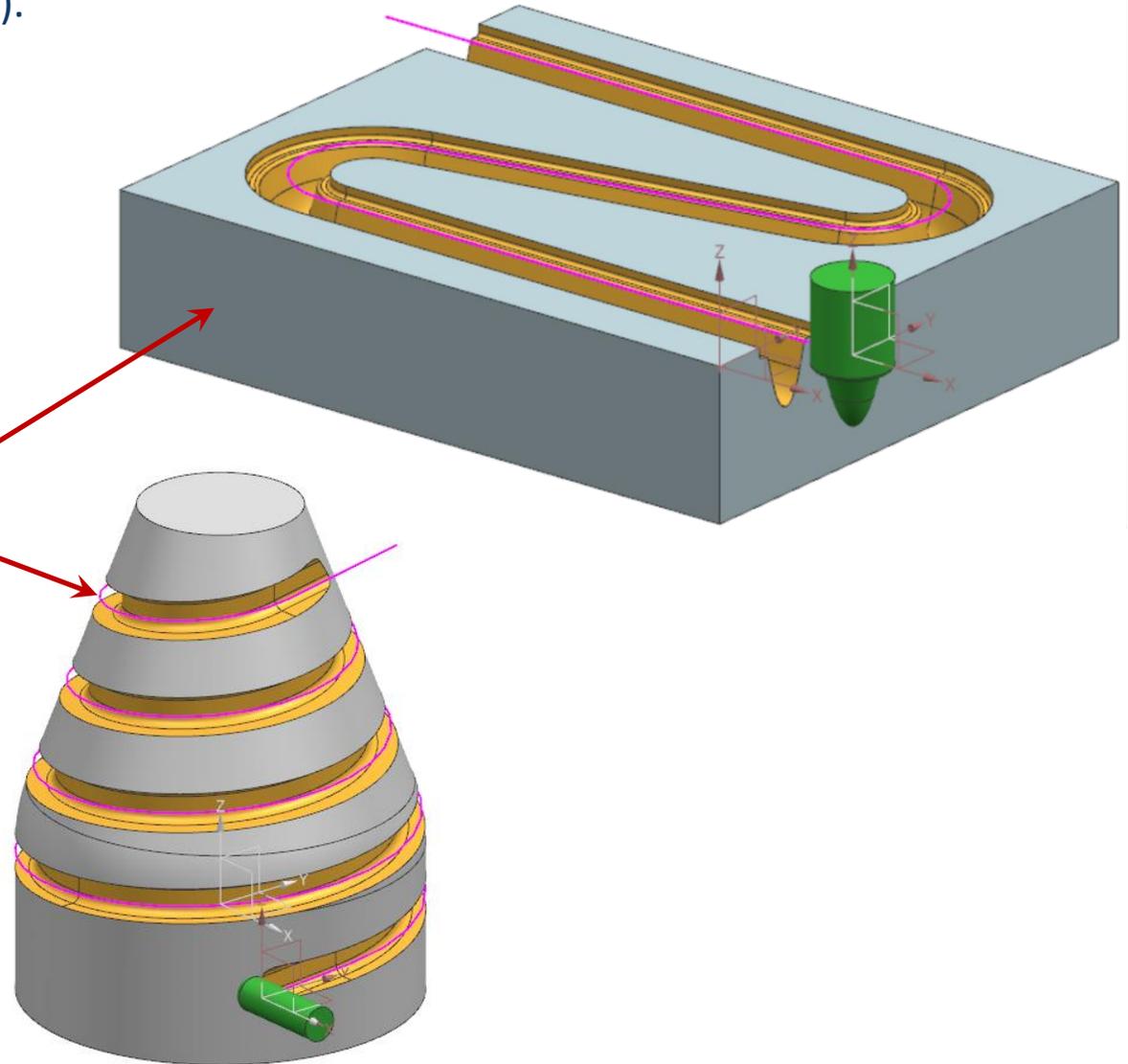
Boolesche Operation  
 Boolesche Operation: **Subtrahieren**  
 Körper auswählen (1)

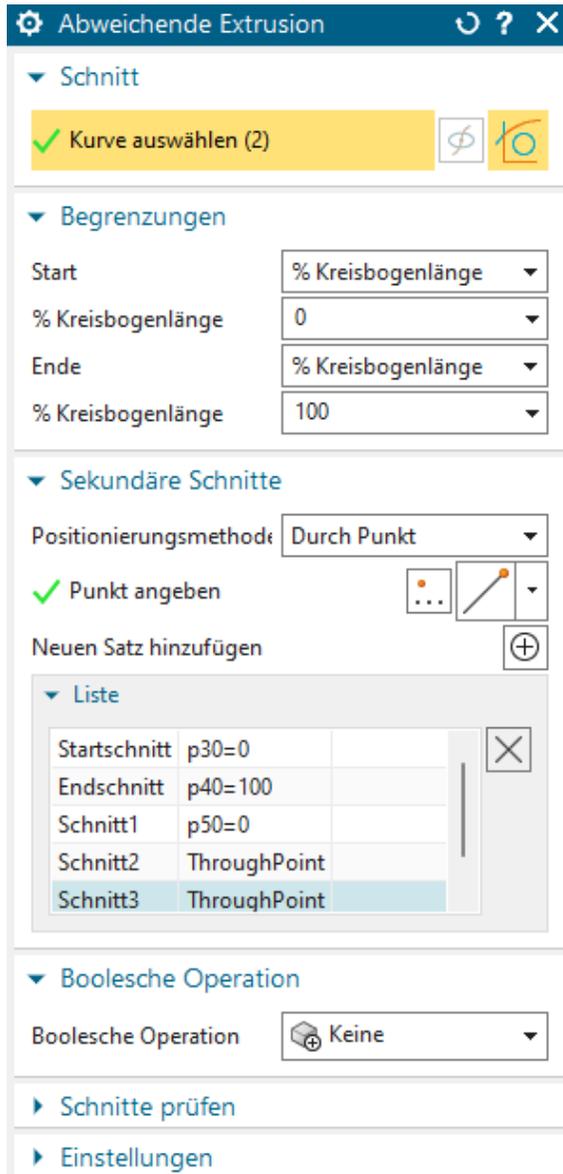
Einstellungen  
 Toleranz: 0.100 mm  
 Vorschau Ergebnis anzeigen

< OK > Anwenden Abbrechen

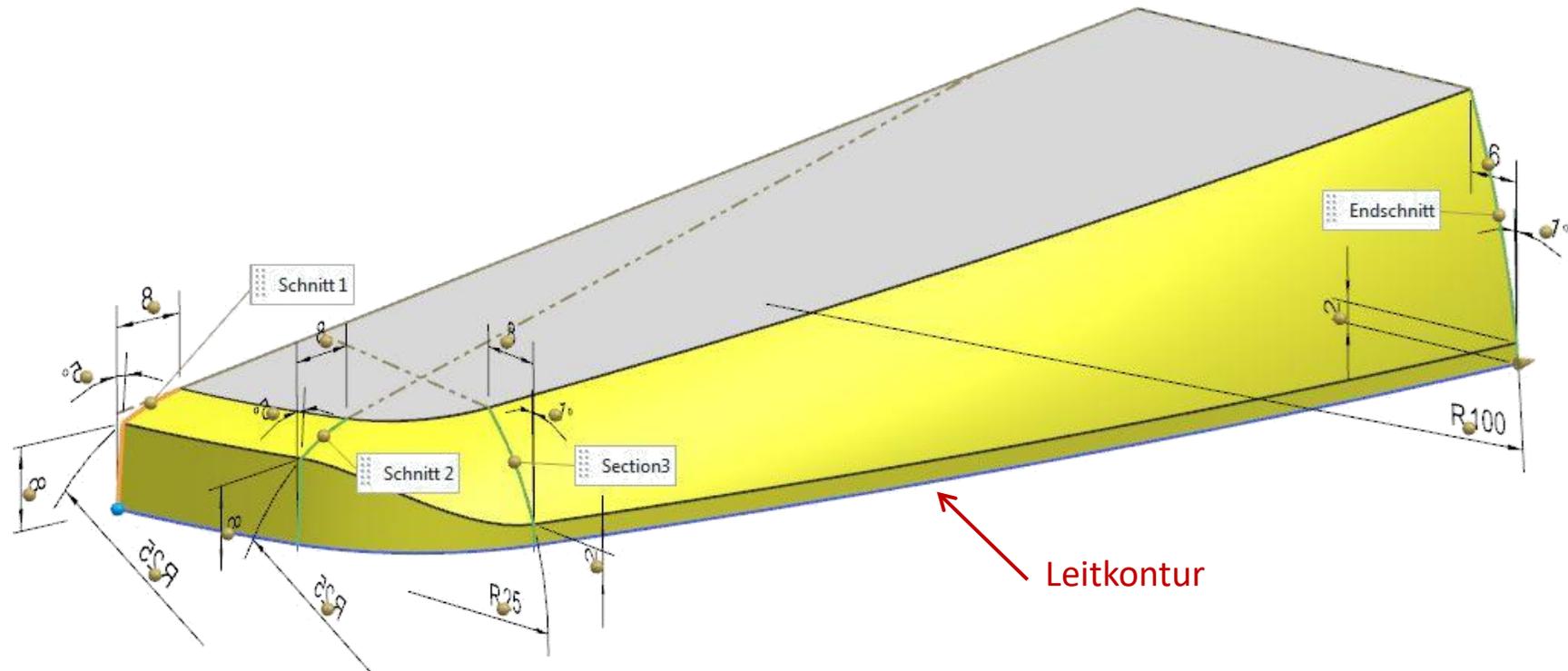
Parallel zu Werkzeugkörper  
 senkrecht zu Weg

Subtrahieren  
 Schnittmenge





- Dieser Befehl erzeugt eine Freiformfläche/Körper durch Führen eines Schnitt entlang eines Pfades, wo die Form des Schnitts variiert.
- Hinweise:
  - Der Schnitt muss mit **Skizzieren auf Pfad** (*Sketch on Path*) erstellt werden.
  - Es können beliebig viele weitere Pfade (Leitkurven) mit einbezogen werden.
  - Erzeugung mehrerer Flächen/Körper in einer Operation möglich.





Dieser Flächen-Füllbefehl erstellt eine Fläche aus einer Begrenzung von Kurven oder Kanten.

Dies ist beispielsweise nützlich, um einen Bereich zu füllen, wo mehrere komplexe Flächen zusammentreffen, indem zuvor der Bereich ausgeschnitten wird.

Fläche füllen

Begrenzung

✓ Kurve auswählen (13)

Kurve	Durchgang
✓ Kante 1	G1
✓ Kante 2	G1
✓ Kante 3	G1
✓ Kante 4	G1
✓ Kante 5	G1
✓ Kante 6	G1
✓ Kante 7	G1
✓ Kante 8	G1
✓ Kante 9	G1

Profilsteuerung

Methode: Kein

Einstellungen

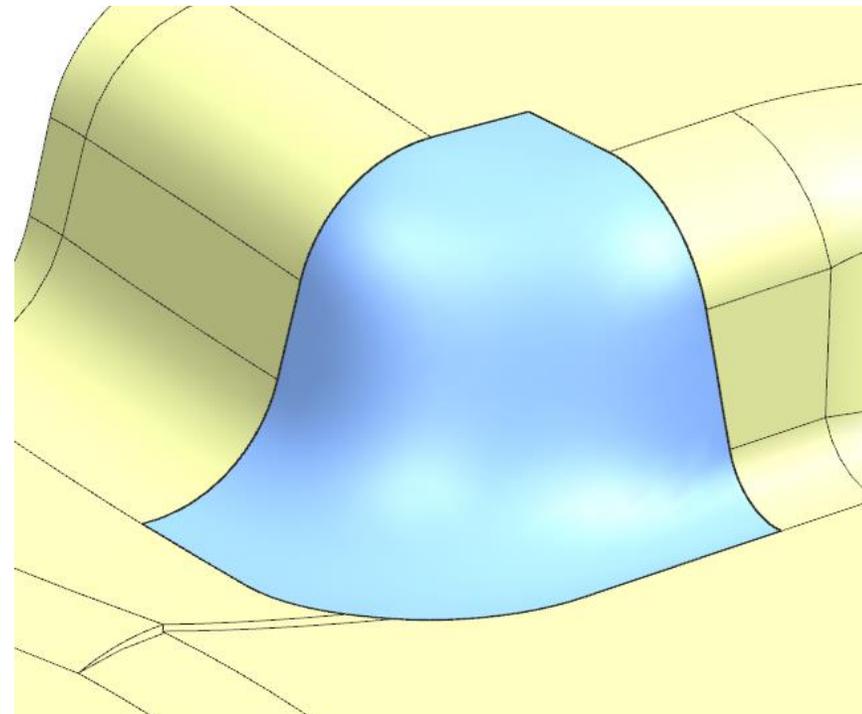
Patch in Teil

Standard-Kantenstetigkeit: G1 (Tangente)

G0-Toleranz: 0.025 mm

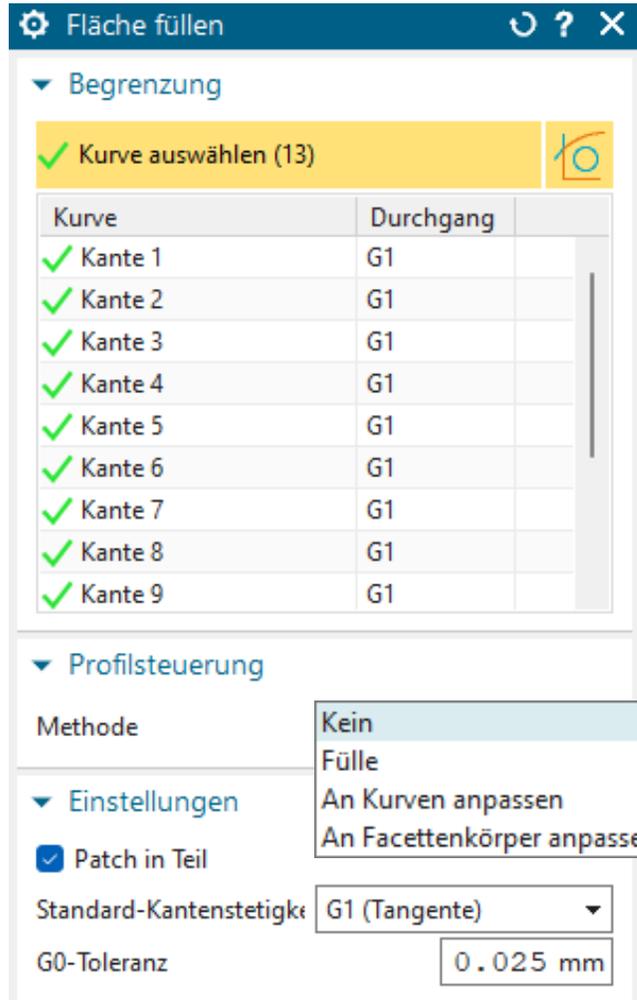
- Die Begrenzung muss geschlossen sein.
- Für jede Begrenzungskurve kann der Übergang G0/G1/G2 zur Nachbarfläche individuell geändert werden (rechte Maustaste auf eine oder mehrere Listeneinträge).

G0  
 G1  
 G2  
 Löschen



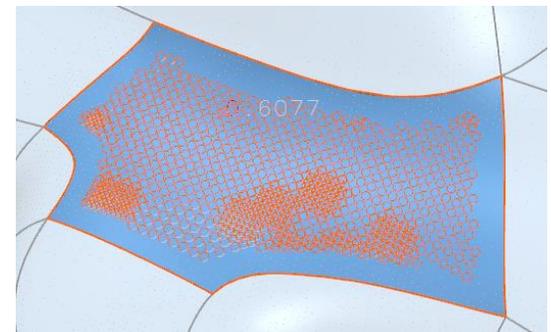
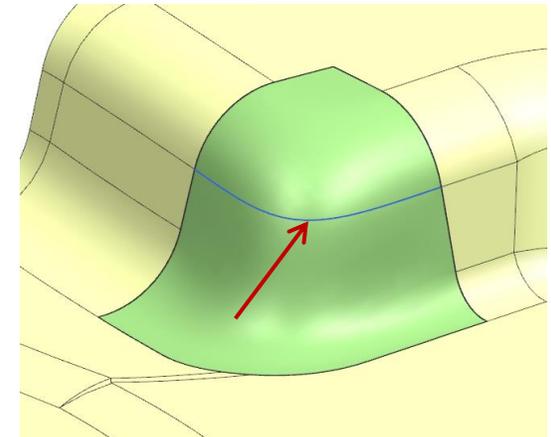
Kein  
 Fülle  
 An Kurven anpassen  
 An Facettenkörper anpassen

G0 (Position)  
 G1 (Tangente)  
 G2 (Krümmung)

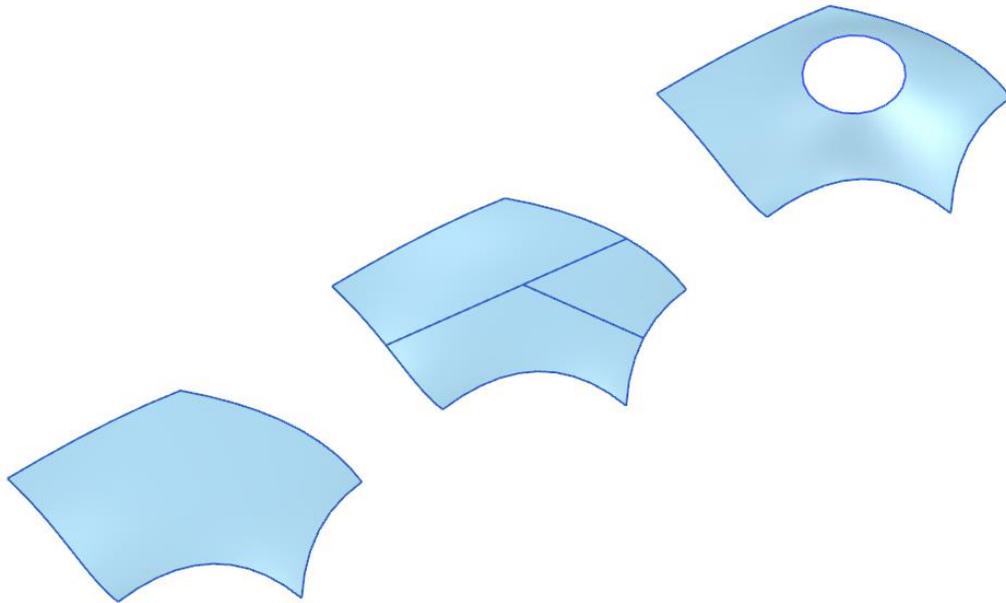


○ **Profilsteuerung** - Methoden:

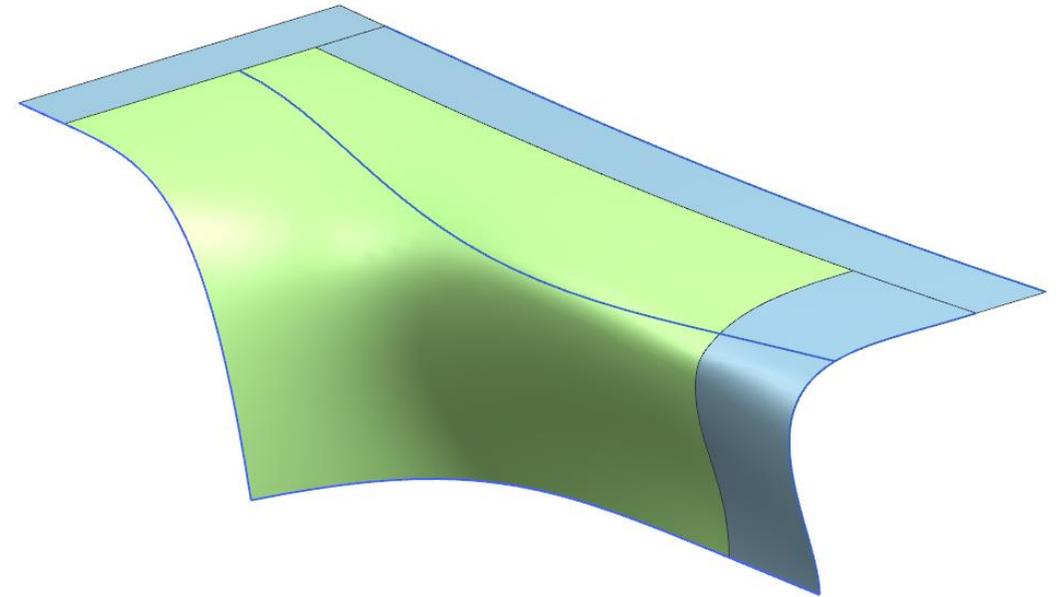
- **Fülle** (*Fullness*) passt die Form der Füllfläche auf einen Zustand zwischen voller Ausdehnung (Fülle) und fast keiner Oberflächenausdehnung (Ebenheit) an.
- **An Kurve anpassen** (*Fit to Curves*) zwingt die Form der Füllfläche durch eine oder mehrere zusätzliche Kurven. Diese Kurve kann aus einer einzelnen Kurve oder aus einer Kurvenkette bestehen. Die Kurven müssen nicht bis zu den Begrenzungen gehen.
- **An Facettenkörper anpassen** (*Fit to Facet Body*). Die Füllfläche wird an einen vorhandenen Facettenkörper angepasst.



- **Beispiel 1:** [54b Fill Surface 1.prt](#)
- Erstellen Sie aus den gegebenen Kurven je eine Flächenfüllung.

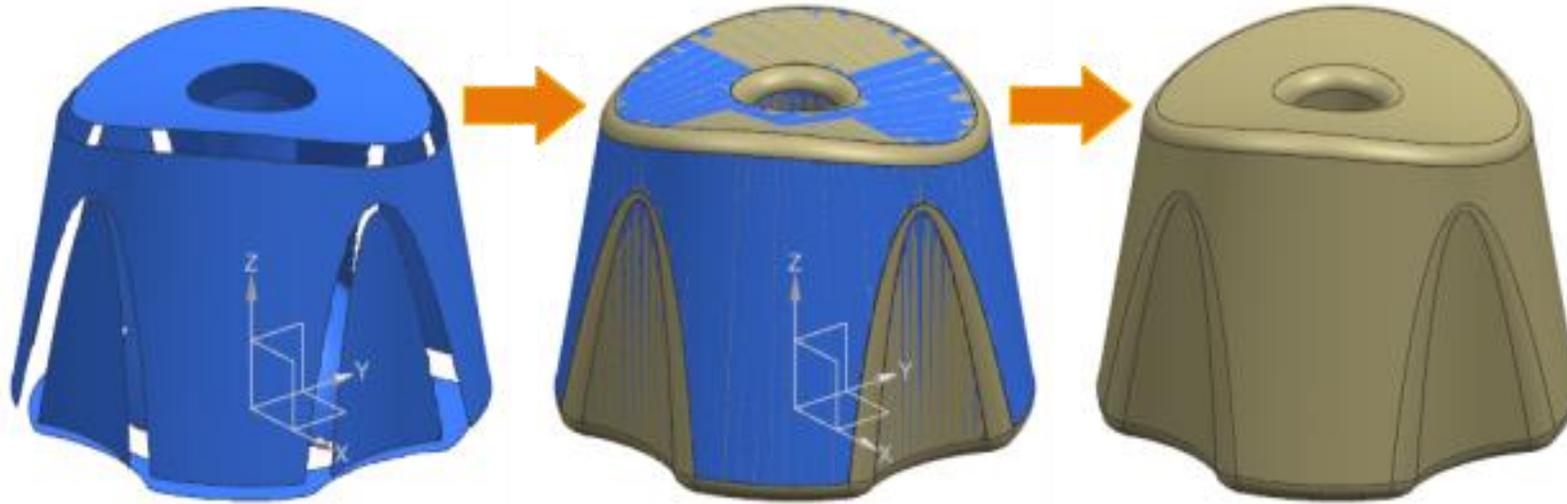


- **Beispiel 2:** [54c Fill Surface 2.prt](#)
- Erstellen Sie eine Flächenfüllung ohne Anpassungskurve, dann mit Anpassungskurve und vergleichen Sie die beiden Resultate.



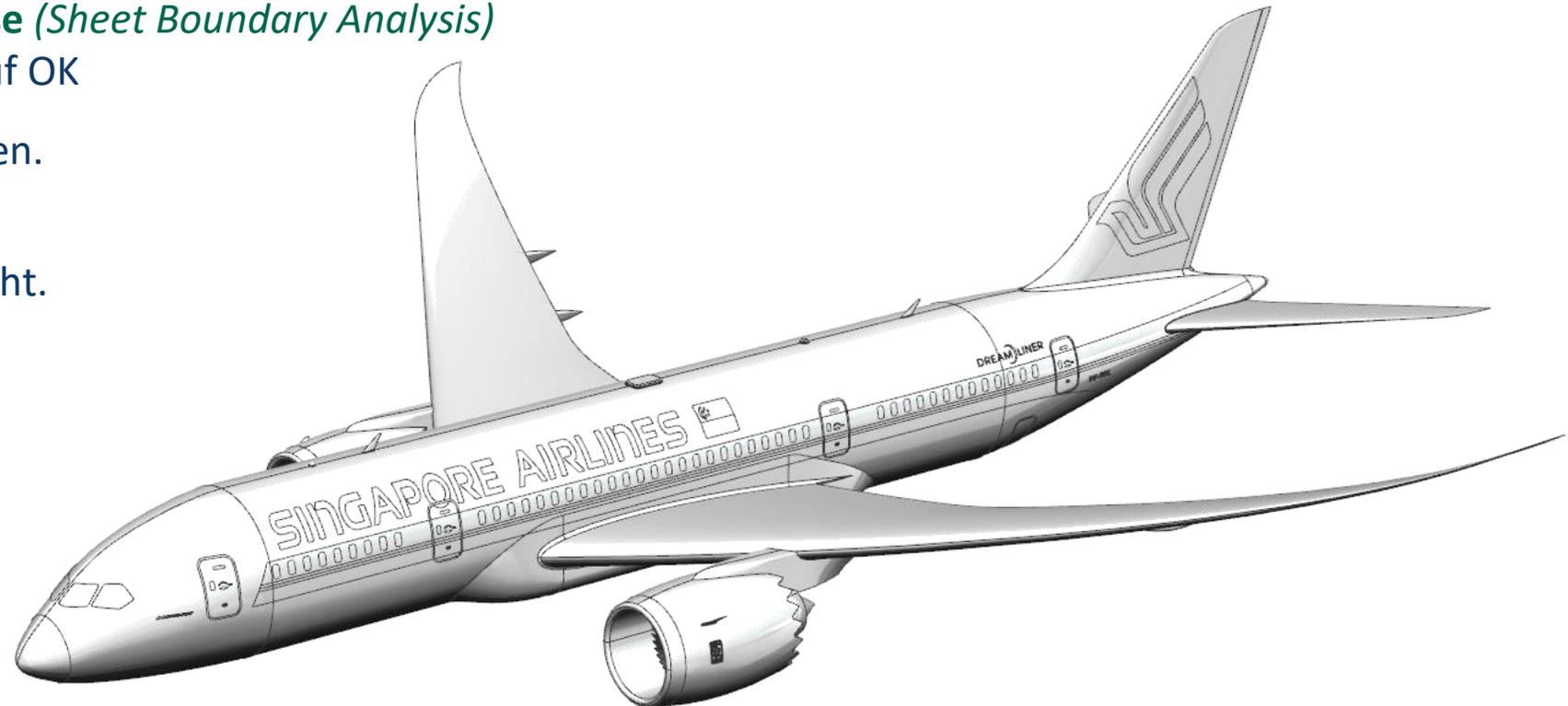
**5. Übung** – Volumenkörper an Facettenkörper anpassen (*Fit solid bodies to facet bodies*)

- NX Datei: [35\\_Fit\\_surface.prt](#)
- Anleitung siehe [parts\35\\_Fit\\_surface.docx](#)



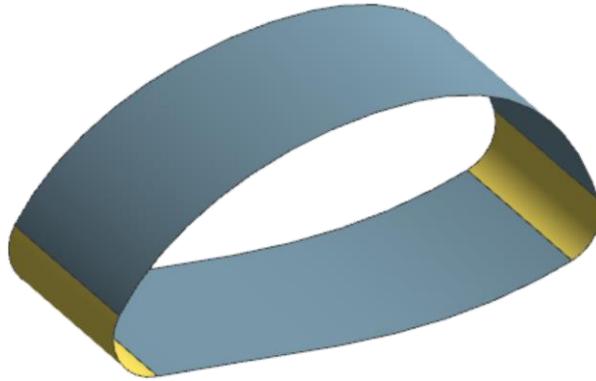
Schritte:

1. Datei öffnen [85b Sheet Boundary Analysis.prt](#)
2. Befehl **Zusammenfügen** (*Sew*)
  - Toleranz 0.100
  - Auf **Ergebnis anzeigen** klicken
  - Beachten Sie den Hinweis in der Statuszeile unten: **2 Flächenkörper erzeugt**
3. Befehl **Flächenbegrenzungsanalyse** (*Sheet Boundary Analysis*)
  - alle Flächen auswählen, dann auf OK
4. Finden Sie die beiden offene Stellen.
5. Reparieren Sie die beiden Stellen, so dass ein Volumenkörper entsteht.

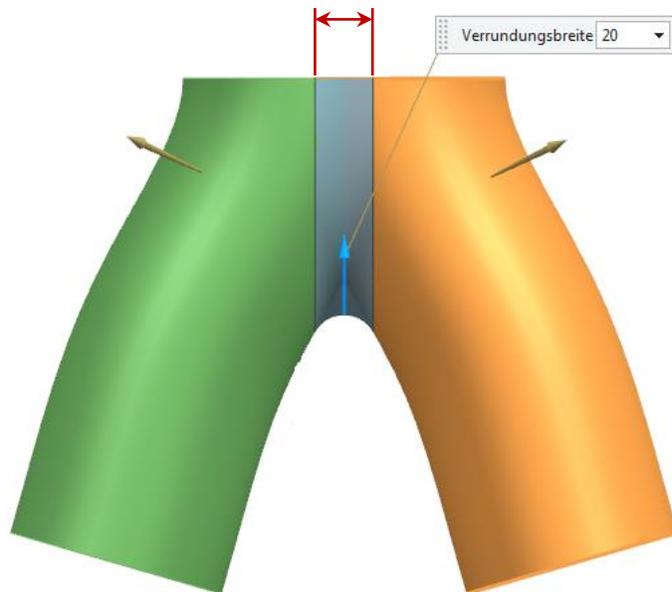


1. [74a Face Blend.prt](#)

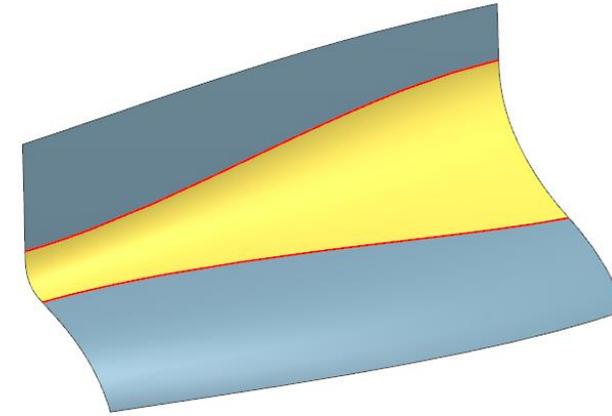
2. Flächenverrundung mit zwei resultierenden Verrundungen:



3. Flächenverrundung mit konstanter Breite



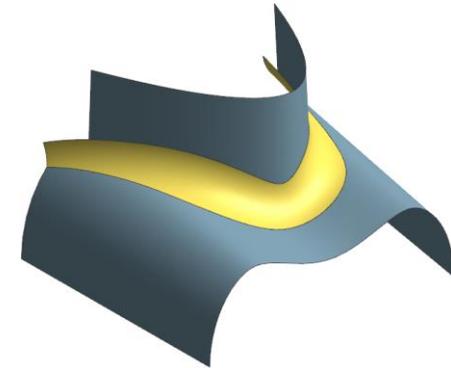
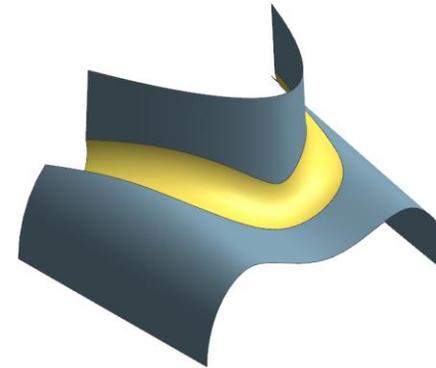
4. Flächenverrundung mit zwei Kontaktkurven als Breitenmethode.



5. Verrundung trimmen auf

Kurze

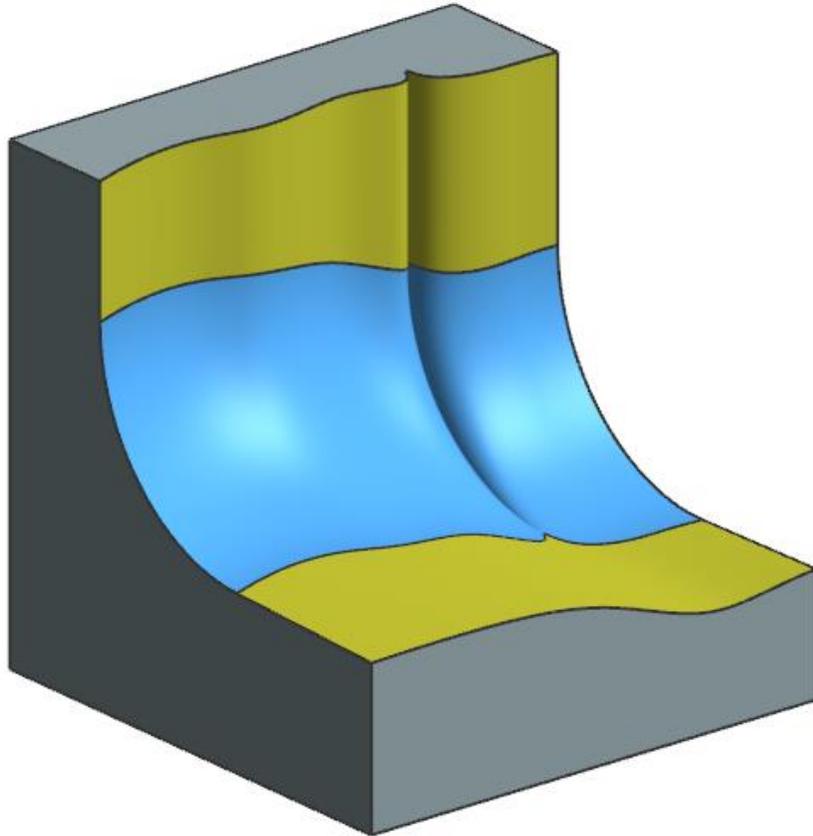
Lange



Flächenverrundung (*Face Blend*) – Beispiel 2 + 3

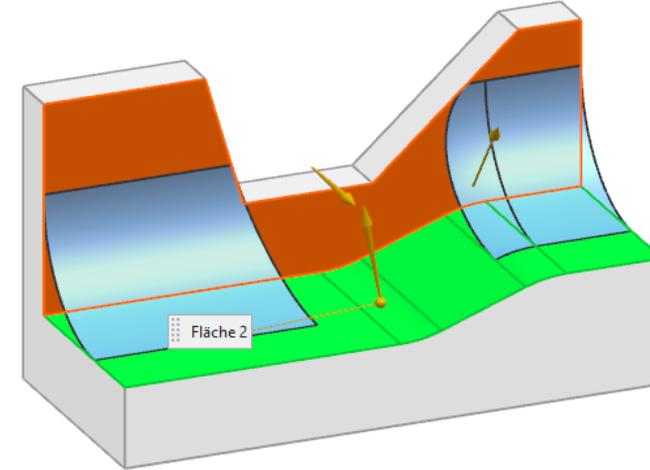
1. [74b Face Blend.prt](#)

2. Verrundung extrudierter Scheibe R 100:

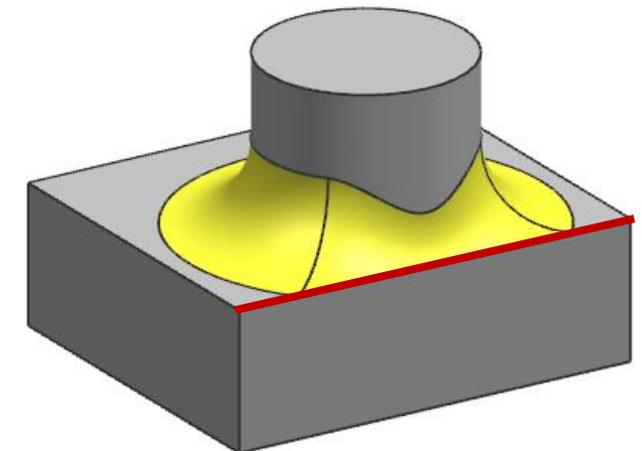


1. [74c Face Blend.prt](#)

2. Verrundung mit Einstellung:  
**An scharfer Kante beenden: AUS / EIN**

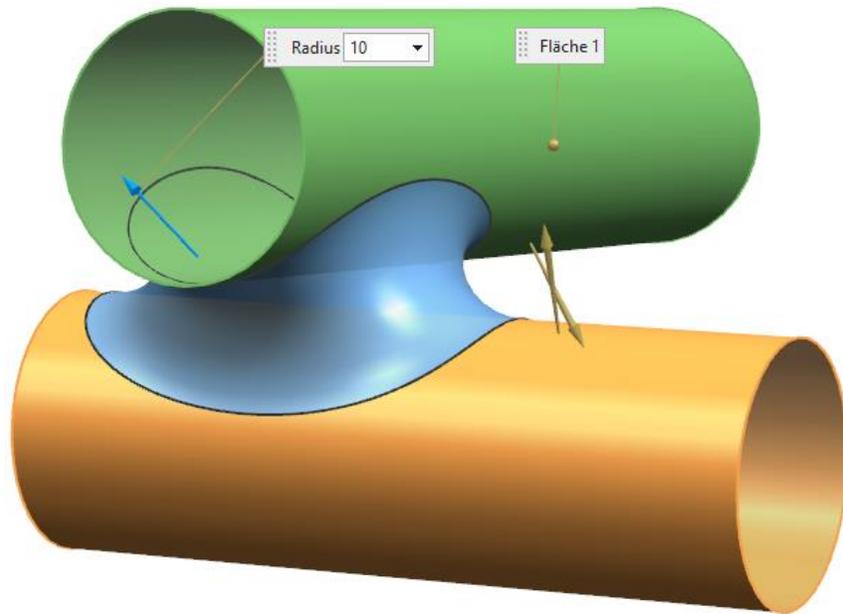


3. Verrunden mit  
scharfer Breiten-  
begrenzung-  
kurve

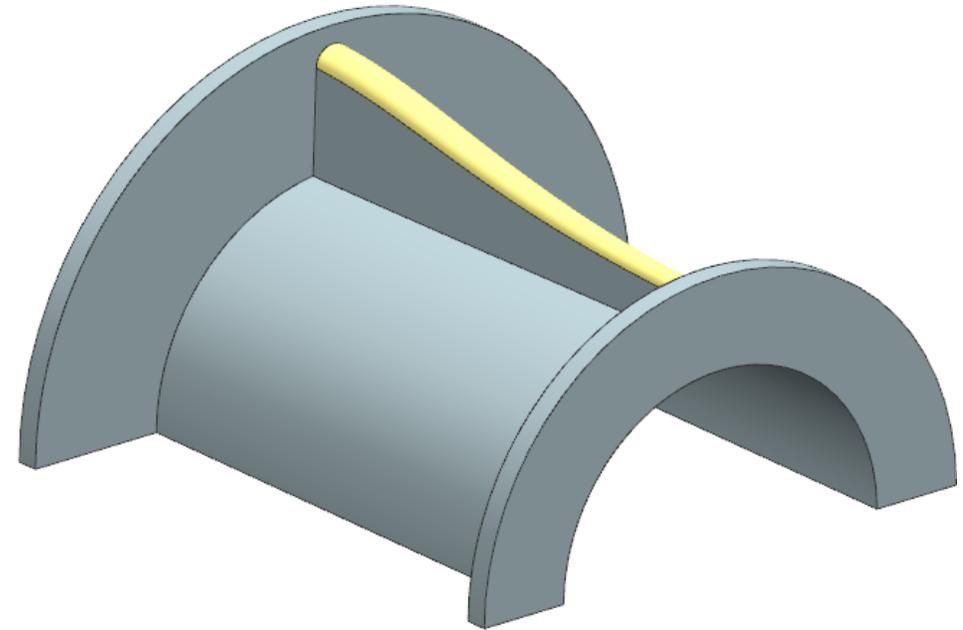


Flächenverrundung (*Face Blend*) – Beispiel 4 + 5

- [74d Face Blend.prt](#)  
Verrunden von zwei räumlich versetzten  
Volumenkörpern:



- [74e Face Blend.prt](#)  
Drei-Flächen-Verrundung



Ende des Seminars

Freiformen mit NX

**Besten Dank für die Teilnahme und viel Erfolg mit Freiformen.**

