



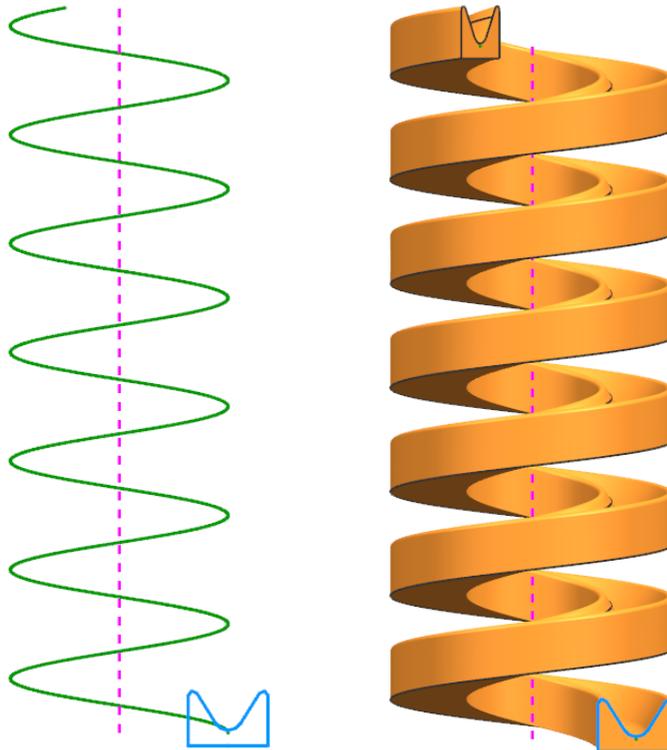
4.4 Extrudiert (Swept)

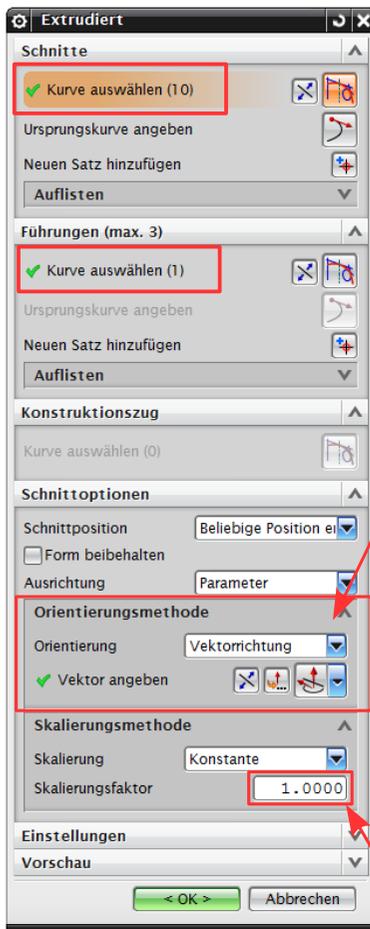
*Einfügen > Extrudieren
> Extrudiert*

Insert > Sweep > Swept

Grundsätzlich arbeitet diese Funktion so, dass eine Querschnittskontur entlang von Führungskonturen extrudiert wird. Es können bis zu drei Führungskonturen benutzt werden und auch der Querschnitt kann öfter platziert werden und dabei sogar seine Gestalt verändern. So wie ein Stuhl mit drei Beinen nicht wackelt, kann mit Hilfe von drei Führungskurven (die nicht auf einer Ebene liegen dürfen!) ein Profil beinahe beliebig geführt werden. Als Vorstellung für das zu erwartende Ergebnis kann etwa ein Türgummi einer Fahrzeugtür dienen, bei dem sich ein relativ komplexer Gummiquerschnitt entlang des dreidimensionalen Türandes schlängelt und dabei immer nach dem Blechrand ausgerichtet werden kann.

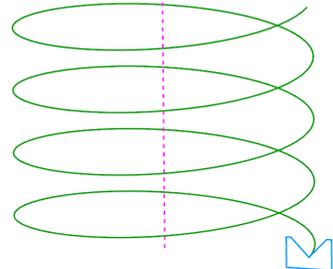
Hier nun der erste klassische Anwendungsfall für diese Funktion: Ein Profil soll entlang einer Spirale geschoben werden und dabei technisch sinnvoll ausgerichtet bleiben.





Als *Schnittkurve (Section Curve)* dient der blaue Querschnitt.

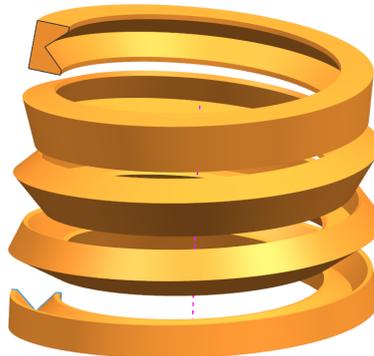
Nun wird nach den *Führungskurven (Guide Curves)* gefragt, hier wird die grüne Spirale angegeben. Weitere *Führungskurven* stehen bei diesem Beispiel nicht zur Verfügung.

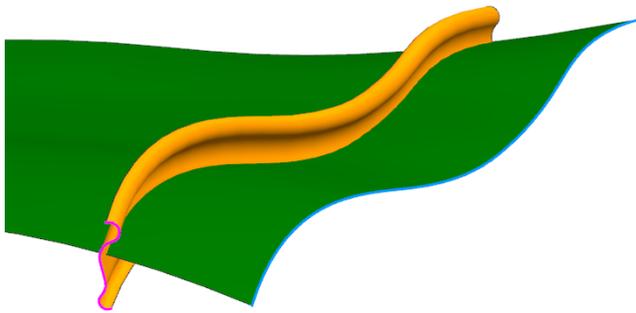


Für das Ausrichten des Querschnitts entlang der Führung gibt es zahlreiche Möglichkeiten (*Orientierungsmethoden, Orientation Methods*), um die Querschnittskontur entlang der Leitkurve zu führen. Bei nur einer Leitkurve könnten die daran entlang geschobenen Schnittkurven sich leicht verdrehen, wenn sie nicht durch weitere Bedingungen stabilisiert werden. Wir werden hier jedoch nur die fünf wichtigsten Methoden aufzählen.

Damit sich das Querschnittsprofil nicht in seiner Größe ändert, muss der *Skalierungsfaktor (Scale Factor)* auf den Wert 1.0 gesetzt sein. Dies wird später noch genauer beschrieben.

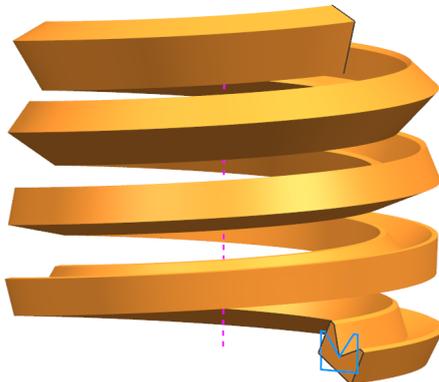
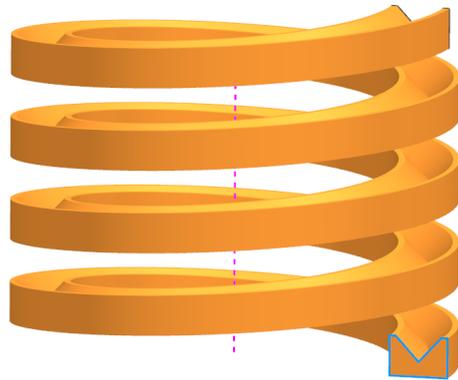
Wird die *Orientierungsmethode* auf *Festgelegt (Fixed)* gestellt, so verdreht sich die Querschnittskontur (siehe Bild rechts), das Ergebnis ist wertlos. Es entspricht dem Ergebnis der Funktion *Entlang Führung extrudieren (Sweep along Guide)*.





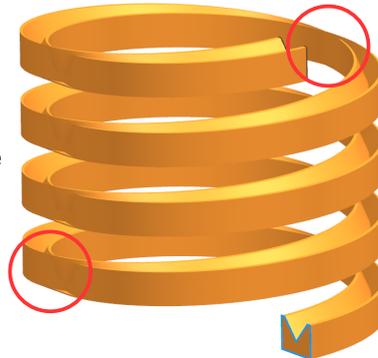
Hier wurde die Orientierung mit *Flächennormale (Face Normals)* angegeben (grüne Fläche). Als Schnittkurve wurde der magentafarbene Kurvenzug gewählt, als Führung die blaue Flächenkante. Durch diese Zwangsbedingung hält der Schnittkonturzug eine konstante Verbindung zu der ausgewählten Fläche.

Hier wurde als Orientierungsmethode *Vektorrichtung (Vector Direction)* gewählt und als Vektor die gestrichelte Mittelachse der *Spirale (Helix)* gewählt. Die hellblaue Querschnittskontur ist somit stets auf die Mittellinie ausgerichtet, während sie sich entlang der *Spirale (Helix)* nach oben schraubt.

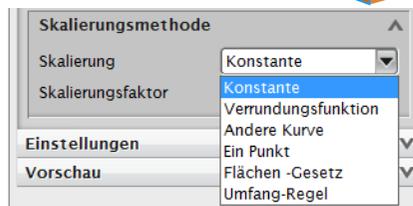


Diesmal wurde als Orientierungsmethode *Winkelregel (Angular Law)* ausgewählt. Nun hat man die Auswahl zwischen sieben verschiedenen Regeltypen. Für unser Beispiel haben wir *Konstante (Constant)* gewählt. Die Spirale verdreht sich nun vom Start an um den gewünschten Wert. Zu beachten ist, dass diese nur verfügbar ist, wenn **nur eine** Schnittkurve ausgewählt ist.

Hier wurde *Erzwungene Richtung* (*Forced Direction*) als Orientierung benutzt. Dies fixiert die Schnittebene und „friert“ die Richtung ein, anschließend werden die Schnittkurven entlang der Leitlinie geschoben. Bei dieser Spirale überkreuzen sich die Flächen. Es ergeben sich Selbstschneidungen, das Ergebnis ist nicht verwendbar.



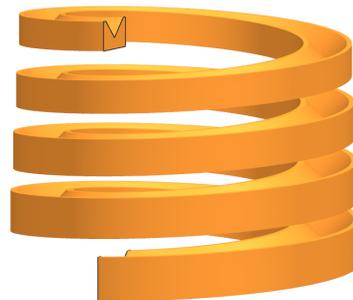
Kommen wir nun zu den *Skalierungsmethoden* (*Scaling*) entlang einer Führungskurve. Hier gibt es zur Auswahl 6 verschiedene Typen (siehe Bild rechts). Es werden jedoch nur die wichtigsten vier Methoden beschrieben.



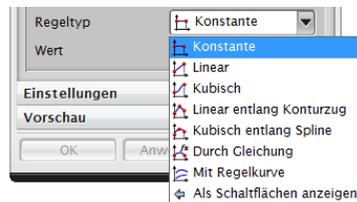
Der erste Skalierungstyp ist *Konstant* (*Constant*), wie der Name schon sagt, wird hier nicht skaliert, der Querschnitt bleibt stets so groß wie die Schnittkurven.



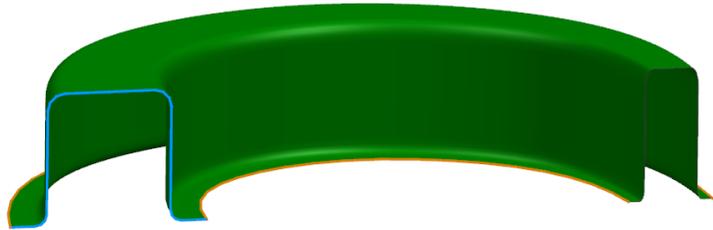
Die nächste *Skalierungsmethode* nennt sich *Verrundungsfunktion* (*Blending Function*). Man kann hier 2 Skalierungsfaktor eingeben, der Übergang kann *Linear* oder *Kubisch* erfolgen. Ein Beispiel finden Sie auch einige Seiten weiter unten. In unserem Beispiel rechts haben wir z.B. oben einen Faktor von 1.0 und unten von 1.5 mit dem Übergang *Linear* gewählt.



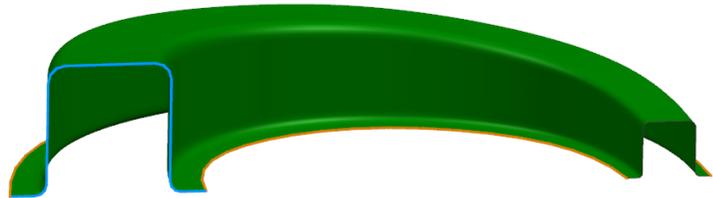
Die beiden Skalierungsmethoden *Flächen-Gesetz* (*Area Law*) und *Umfang-Regel* (*Perimeter Law*) sind hilfreich, falls man mit Durchflussmengen und Querschnittsverhältnissen zu tun hat. Bei diesen beiden Methoden steuert man die Skalierung zusätzlich über die Unterfunktion *Regeltyp* (*Law Typ*). Beim *Flächen-Gesetz* gibt man die Skalierung in mm² an, bei der *Umfang-Regel* bezieht die Skalierung auf den gesamten Umfang des Querschnitts in mm.



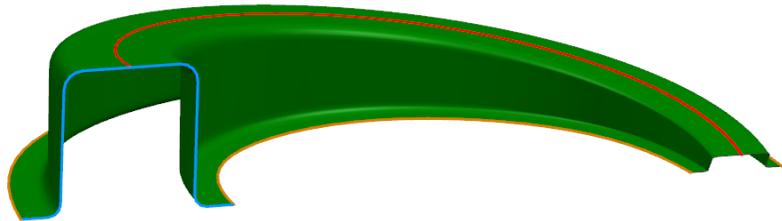
In den nächsten Beispielen sollen nun **zwei** *Führungskurven* (*Guide Curves*) benutzt werden.



Im ersten Fall wurde die *Skalierungsmethode Lateral* verwendet. Sie „quetscht“ das grüne Profil nur seitlich zusammen, da die orangenen *Führungskurven* im rechten Bereich zusammenlaufen. In der Höhe bleibt die grüne Fläche gleich.



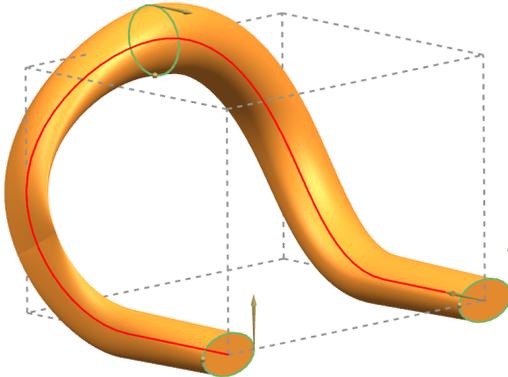
Die andere Variante ist die *Einheitliche Skalierung (Uniform)*. Anders als die Methode *Lateral*, wendet diese Methode die Skalierung in alle Richtungen an. Dadurch wird Höhe und die Breite des Profils im selben Verhältnis skaliert.



Auch für die Variante mit **drei** *Leitkurven* soll noch ein Beispiel gebracht werden. Hierfür wird die Schnecke von gerade eben noch einmal benutzt, allerdings wurde oben in der Mitte des blauen Querschnitts noch eine weitere *Führungskurve* (*Guide Curve*) angebracht. Zu beachten ist, dass diese obere, rote *Führungskurve* rechts länger ist als die unteren zwei Konturen. Dadurch verläuft der rechte Abschluss der grünen Fläche nicht parallel zum linken Abschluss. Wenn drei *Führungskurven* angegeben werden, entfällt die Skalierungsmethode, da die Funktion genügend Informationen erhalten hat. Der NX-Dialog ändert sich also mit der Anzahl der

Führungskurven!

In der nächsten Abbildung ist das Problem anfangs nicht ganz ersichtlich, man kann sich zwar denken dass der Ursprungspunkt des mittleren Kreises nicht richtig anfängt, jedoch fängt auch einer der beiden Ellipsen falsch an. Würde man die Ellipse links unten entlang der Flussrichtung schieben müsste der gelbe Pfeil eigentlich auf der anderen Seite stehen.

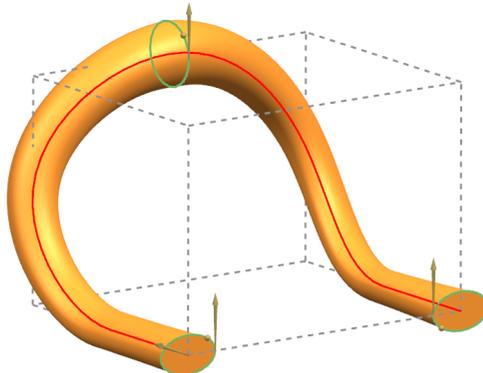


Dies kann man jedoch ähnlich lösen wie bei der *Regelfläche* weiter oben, indem man die Ellipsen und den Kreis teilt. Das sind die *Schnitte*, die durchlaufen werden sollen, wie es etwa bei Auspuffkrümmern häufig vorkommt. Bei Skizzen ist das Teilen etwas aufwändiger. Hier müsste die Skizze aus mindestens 2 Kurven bestehen. Zum Teilen von „normalen“ Kurven dient die Funktion *Kurve teilen (Divide Curve)*. Bei *Typ (Type)* muss auf *Gleiche Segmente (Equal Segments)* gestellt werden und anschließend bei *Anzahl Segmente (Number of Segments)* der Wert 4 (mindestens 2) eingetragen werden. Da nun die Ellipsen und der Kreis aus 4 Segmenten bestehen, kann man den Anfangspunkt des Extruds an jedem Schnitt gut auswählen, z. B. bei „3 Uhr nach oben“. Stellen Sie sich die Flussrichtung vor bzw. „fliegen“ Sie entlang der Rohrseele.



Bearbeiten > Kurve > Teilen

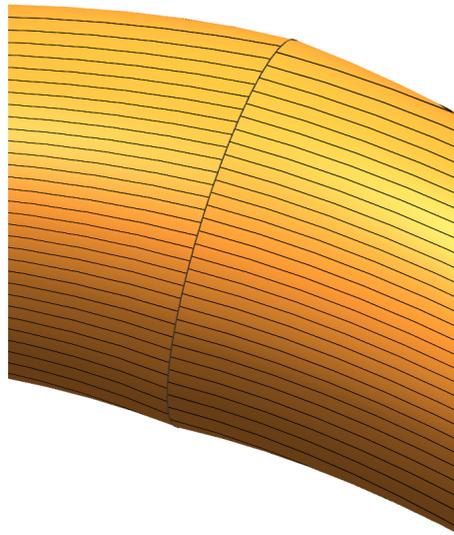
Edit > Curve > Divide





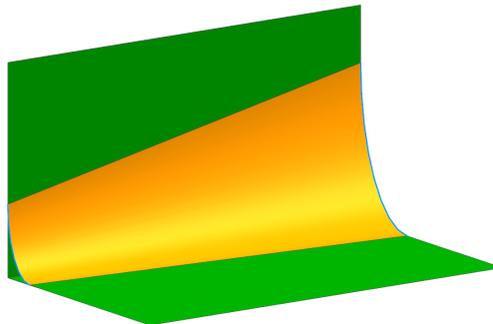
Analyse > Form >
Reflexion

Analyse > Shape >
Reflection

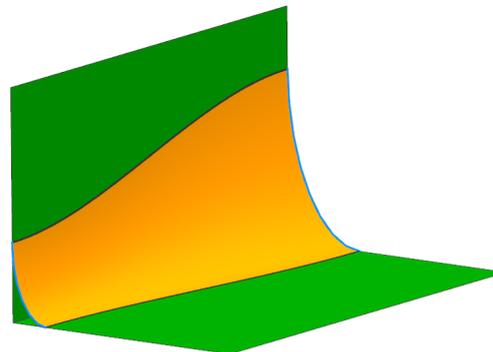


Blendet man anschließend den oberen grünen Kreis aus, sieht man deutlich dass der Extrud hier einen kleinen Knick aufweist (schwarze Kante), wir haben zur besseren Veranschaulichung die *Reflexion* noch mit dazu eingeschaltet. Die Reflexionslinien sind deutlich zueinander versetzt, das ist ein Hinweis, dass der Übergang nicht tangential verläuft.

Um diesen Fehler zu beheben, gibt es im Menüpunkt *Schnittoptionen (Section Options)* die Option *Interpolation*. Hier stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl.



Die erste Auswahlmöglichkeit ist *Linear* und würde im nebenstehenden Beispiel eine geradlinige Kante erzeugen.



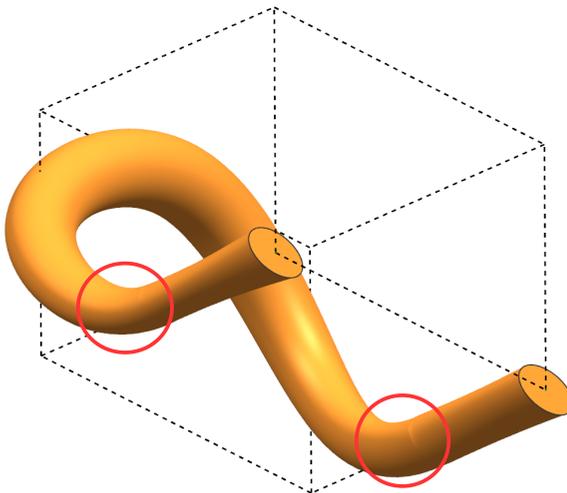
Die zweite Methode nennt sich *Kubisch (Cubic)*, dadurch verläuft der Flächenrand s-förmig und der Übergang zur nächsten Fläche ist sauber.

Auch die hier nicht dargestellte 3. Variante *Verrundung (Blend)* würde eine gute Lösung erzeugen.

Hierzu finden Sie in der NX-Onlinehilfe aussagekräftige Bilder.

In unserem Fall, bringt die Methode *Verrundung (Blend)* zwar die obere Kante weg (es wird eine Gesamtfläche erzeugt, jedoch entstehen zwei neue Problembereiche (siehe rot markierten Stellen). Dies mag aber an der ungünstig geformten Mittelkurve des Bauteils liegen. Sie ist zu stark gekrümmt für den Querschnitt des Extrudes, somit entstehen Falten.

Ein **genereller Tipp** bei der Erzeugung von Freiformflächen lautet daher: Überprüfen Sie stets Ihr Ergebnis! Gute und unbrauchbare Lösungen liegen sehr dicht zusammen. Wie Sie Überprüfungen vornehmen können finden Sie im Abschnitt *Analyse*.



Die Lösung bei unserem Problem ist daher *Kubisch (Cubic)*. Dadurch verschwindet die scharfe Kante in der Mitte des Rohres.

