

FH Wiesbaden Rüsselheim

BIS Maschinenbau

CAD

Unigraphics®

Teil 1

**Erzeugen und Arbeiten mit Splines
(Freihandkurven)**

Studienarbeit

von

Jens Matuschek

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung	Seite 03
1.1 Insert Curve > Spline	Seite 04
1.1.a Spline By Poles	Seite 04
1.1.b Spline Trough Points	Seite 06
1.1.c Spline Fit	Seite 08
1.1.d Spline Perpendicular to Planes	Seite 09
1.2 Insert Curve > Spline by Points	Seite 10
1.3 Insert Curve > Spline by Poles	Seite 11
1.4 Insert Curve > Curve on Surface	Seite 12
2.1 Insert Curve Operation > Bridge Curve	Seite 12
2.2 Insert Curve Operation > Simplify Curve	Seite 16
2.3 Insert Curve Operation > Join Curve	Seite 16
3. Edit Curve Parameters	Seite 17

Einleitung

Eine grundlegende Voraussetzung für das Erstellen von Freiformflächen in Unigraphics© ist das Beherrschen der Erzeugung von Freihandlinien, sogenannter Splines.

Die dargestellten Funktionen wurden unter Unigraphics NX 2 © auf UNIX©-Basis beschrieben, gelten jedoch ebenso für PC-Versionen und auch ältere Versionen von UG. Allerdings stehen in älteren Versionen nicht alle Funktionalitäten zur Verfügung.

Splines, bzw. sogenannte Freihandlinien, in UG basieren zum größten Teil auf B-Splines, oder auch Basis-Splines. Es ist jedoch auch möglich Bezier-Splines zu erzeugen.

Bezier-Splines werden mathematisch durch ein Polynom n-ten Grades beschrieben. Eine Änderung eines Polpunktes des Stützpolygons hat eine Änderung der Form des gesamten Splines zur Folge. Der maximale Grad des Polynoms unter UG ist 24. Bei B-Splines werden den einzelnen Stützpunkten Vektoren zugeordnet (vgl. Assign Slopes). Dadurch wird eine gezielte Änderung des Splines in bestimmten Punkten möglich, lokale Änderung.

Voraussetzung für das Arbeiten mit Splines sollten Kenntnisse mit **Basic Curves** und **Point** sowie **Point Set** sein.

Die vorliegenden Erläuterungen zeigen nur einen Ausschnitt der Möglichkeiten der Kurvenerzeugung – und bearbeitung unter UG.

Unter 1.1 a bis d habe ich ausführlich die Parameter, die der Splineerzeugung zugrunde liegen, dargestellt. Doppelbeschreibungen wurden nach Möglichkeit vermieden.

Die Erzeugung der Splines erfolgte für ein einfacheres Verständnis auf der xy-Ebene, da Kurven in UG prinzipiell auf dieser Ebene als Arbeitsebene erzeugt werden. Über Punktfang ist es möglich einen Spline im Raum zu erzeugen.

Für den sicheren Umgang mit Splines sind einige Übungen erforderlich.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf die Statusleiste im UG Open verweisen, in der zu jeder Funktion erforderliche Eingaben aufgelistet werden.

Zum besseren Verständnis sollte bei der Erzeugung eines Splines verschiedene Parameter verwendet und die Ergebnisse verglichen werden.

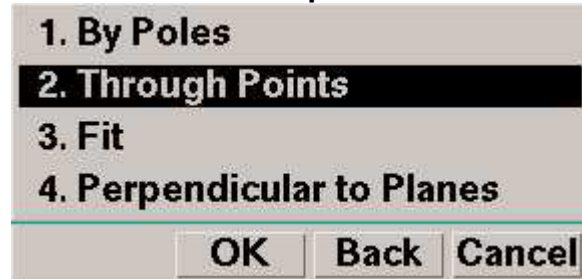
Der Schulungsaufwand beträgt etwa 2 – 3 Stunden.

1.Spline



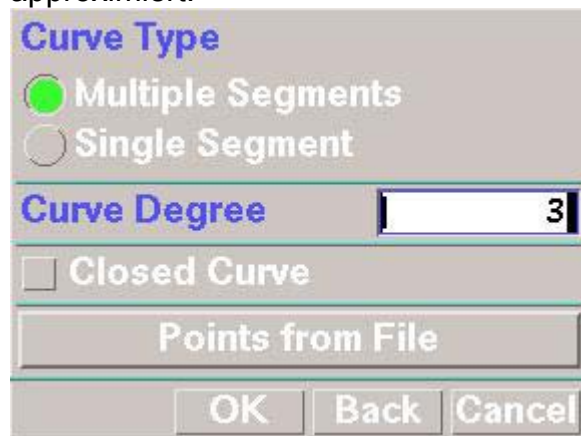
Zur besseren Verständlichkeit werden die nachfolgenden Operationen zur Erzeugung von Splines über die gleichen Punkte durchgeführt.

1.1 Insert Curve -> Spline



a) By Poles

Hierbei werden die Polpunkte des Splines festgelegt und darüber der Spline approximiert.

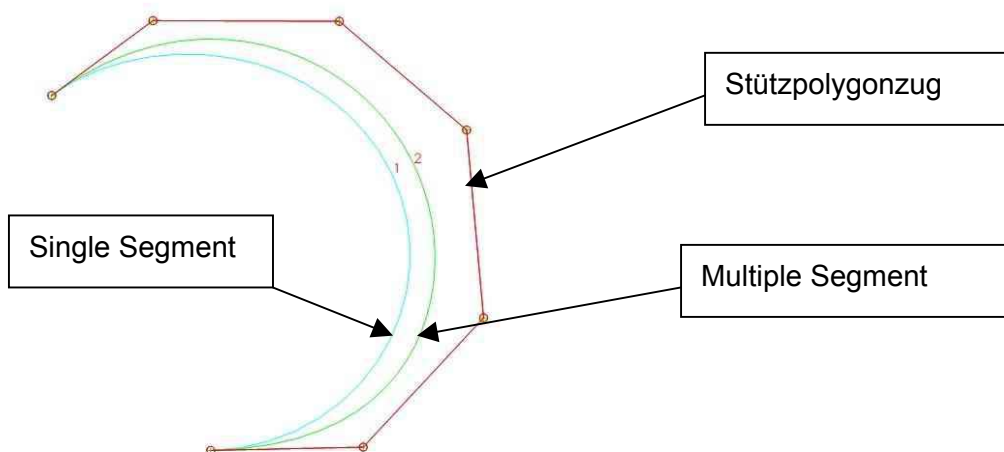


Auswahl ob Multiple Segment oder Single Segment

Multiple Segment erzeugt einen B-Spline

Single Segment erzeugt einen Bezier-Spline

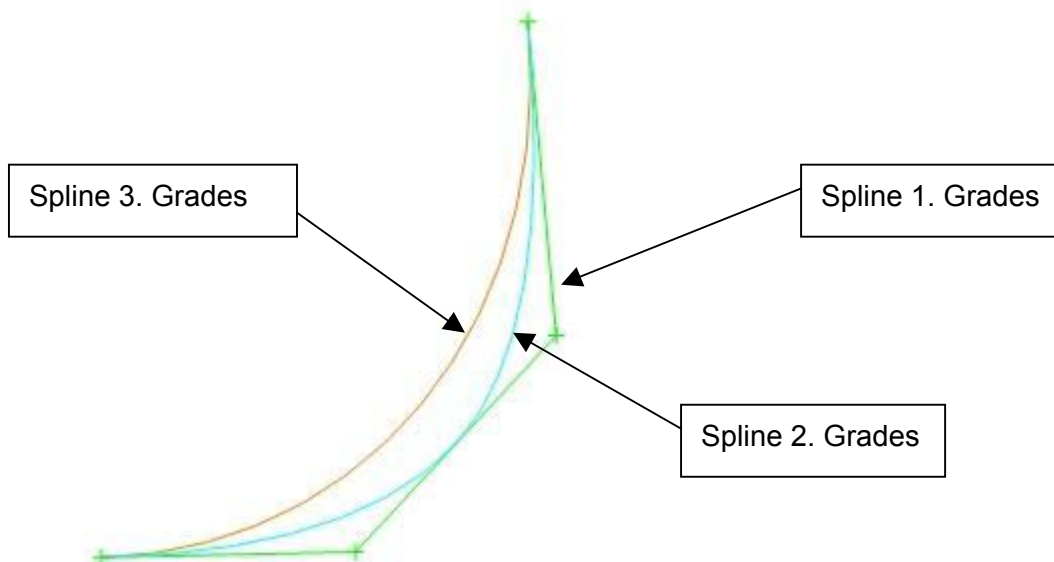
Splines werden in Segmenten erzeugt, dies ermöglicht die Erzeugung eines Splines aus unendlich vielen Punkten, wobei die Anzahl der Punkte je Segment auf 25 limitiert ist. Die Minimum-Anzahl an Punkten aus denen ein Spline aufgebaut wird ist 1 mehr als der Grad des Splines (Curve Degree).



Der Stützpolygonzug beider Splines wurde über die gleichen Punkte beschrieben.

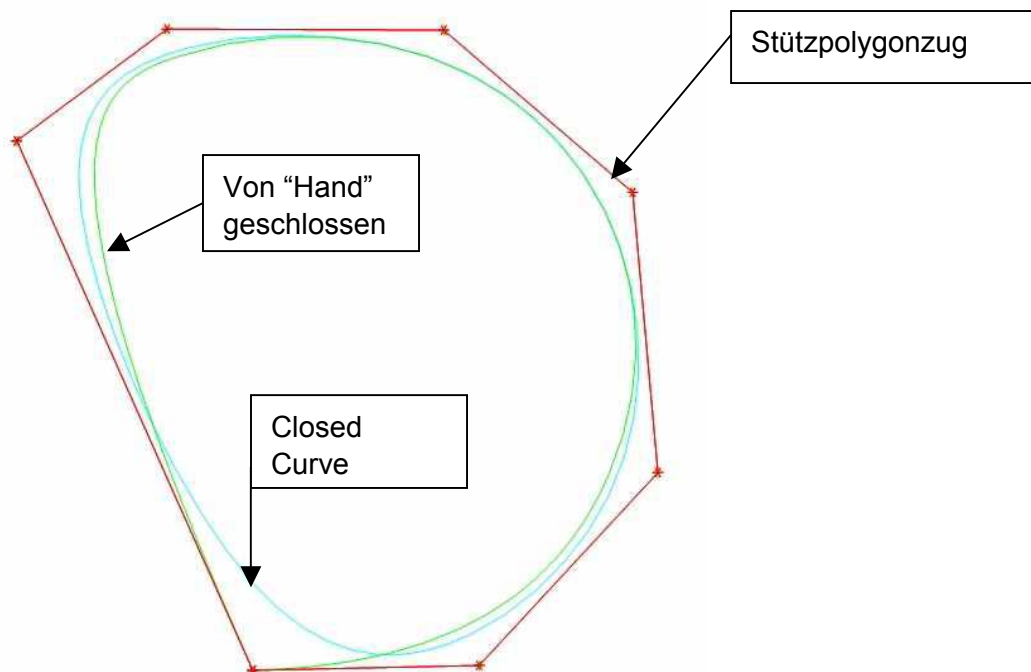
Curve Degree Der Grad des Spline beschreibt den Grad des Polynoms, über das der Spline approximiert wird. Der Grad ist Minimum 1 bis maximal 1 kleiner der Anzahl der Punkte über die der Spline erzeugt wird. Der Maximumgrad ist 24. Im allgemeinen werden in UG Splines 3. Grades erzeugt (Voreinstellung), sog. Kubische Splines (cubic spline).

Beim Erzeugen von **Single Segment Splines** wird der Grad des Spline von UG nach der Anzahl der Punkte bestimmt.



Closed Curve

Erzeugt einen geschlossenen Kurvenzug



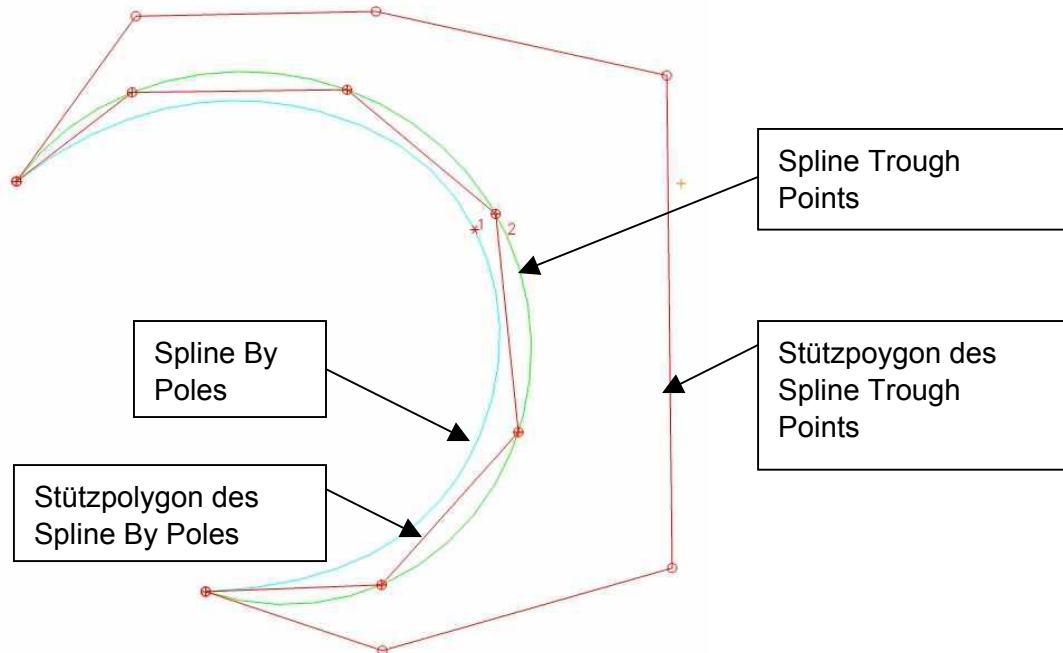
Der Stützpolygonzug beider Splines wurde über die gleichen Punkte beschrieben.

Points from File

Damit lassen sich Punkte aus anderen UG-Parts einladen.

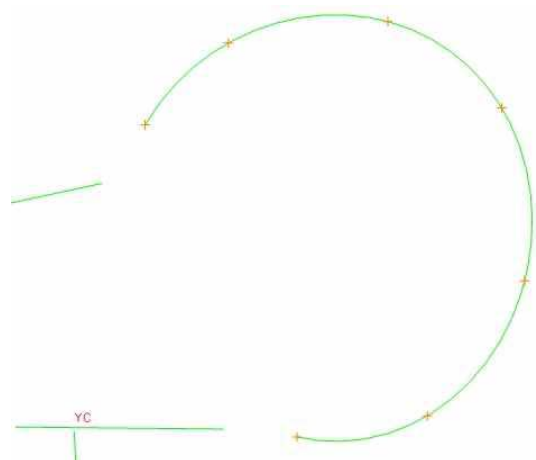
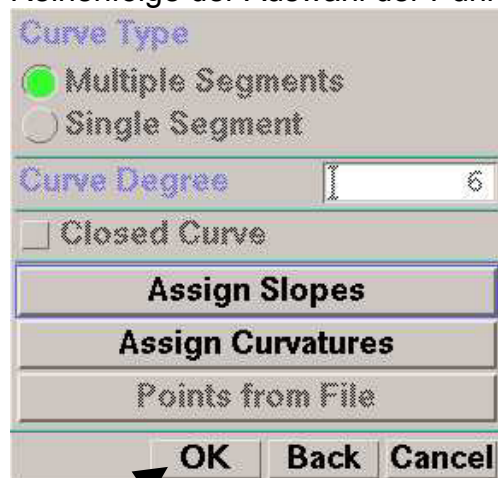
b) Trough Points

Erzeugen des Spline durch Punkte. UG generiert den Stützpolygonzug dazu.



Auswahlmenü zur Selektion der Punkte

Nach der Auswahl der Punkte gibt es die Möglichkeit den Spline tangential oder kurvenstetig (curvature) in benachbarte Kurven einlaufen zulassen. Die Reihenfolge der Auswahl der Punkte bestimmt den Verlauf des Splines



Durch Bestätigen der Punktauswahl mit ok wird die Erzeugung des Splines ohne Zuordnung einer Tangentialität abgeschlossen.

Assign Slopes

Mit dieser Funktion lassen sich einzelnen Punkten des Spline Richtungsvektoren zuordnen.

Slope Method

☐ Automatic Slope
☐ Vector Component
☐ Direction to Point
☐ Vector to Point
☒ Slope of Curve
☐ Angle

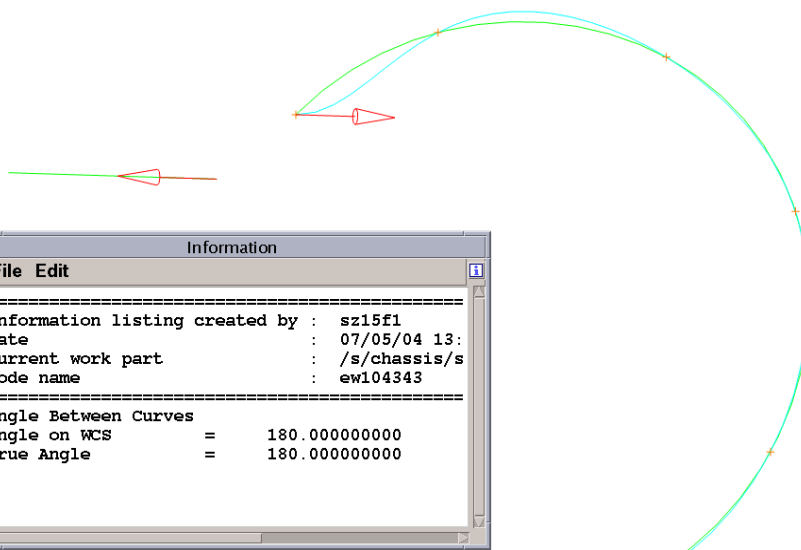
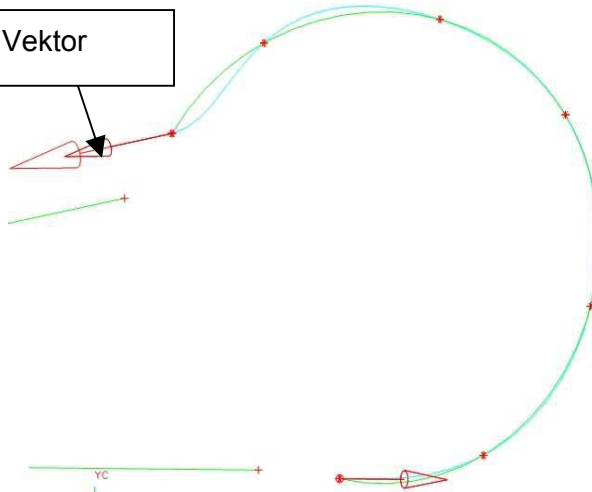
DXC
 DYC
 DZC

Deviation
 Threshold

Remove Slope
 Remove All Slopes
 Redisplay Data
 Undo

Slope of Curve z.B. richtet den Vektor entlang einer Kurve aus

Vektor



Der Winkel zwischen Vektor und Kurve wird 180° (0°)

Information

File Edit

Information listing created by : sz15f1
 Date : 07/05/04 13:
 Current work part : /s/chassis/s
 Node name : ew104343

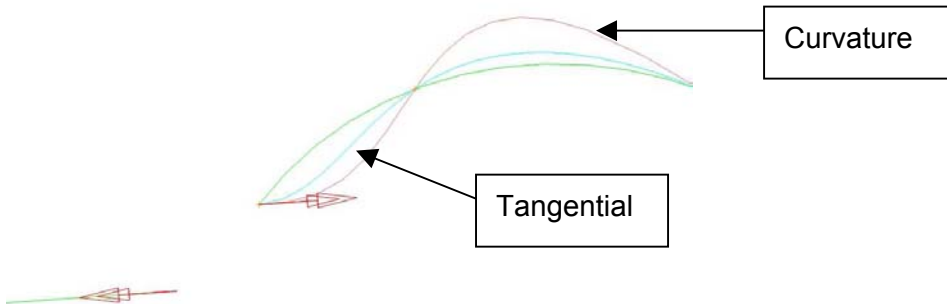
=====
 Angle Between Curves
 Angle on WCS = 180.000000000
 True Angle = 180.000000000

Assign Curvatures

Ähnlich wie Assigne Slope, hier jedoch kurvenstetiger Einlauf, dadurch stärkere Krümmung des Spline zum Bezugselement

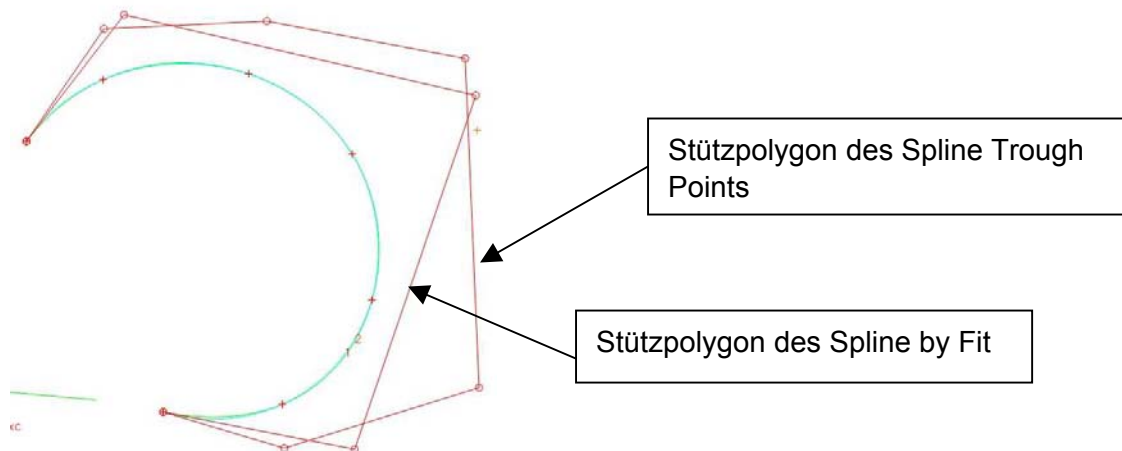
Curvature

Tangential



c) Fit

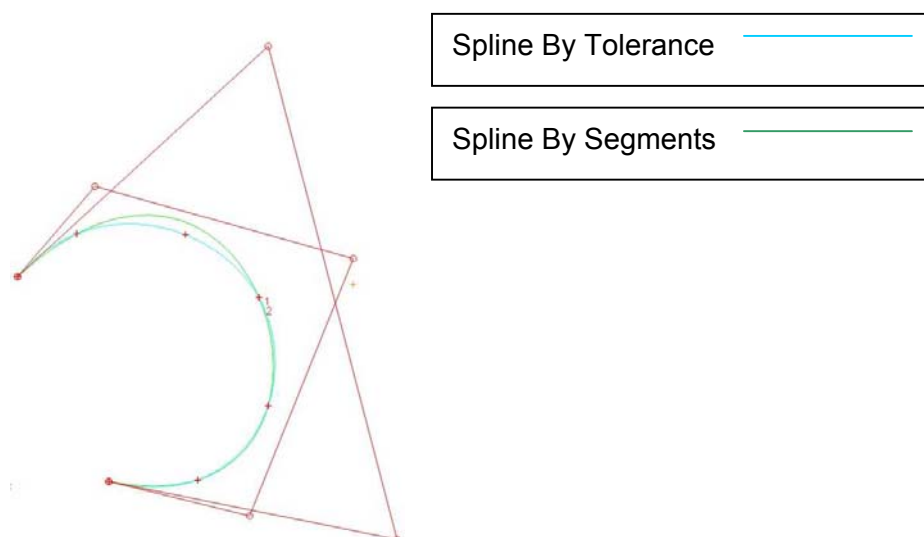
Reduktion der Datenmenge durch UG beim Erzeugen des Spline. Diese Funktion kann gewählt werden, wenn beim Erzeugen noch nicht mit höchster Genauigkeit gearbeitet werden muss.



Nach dem Selektieren der Punkte kann der Bezug des Fits gewählt werden

Fit Method	
☒ By Tolerance	
☐ By Segments	
☐ By Template	
Curve Degree	3
Tolerance	0.010
Segments	1
Assign End Slopes	
Change Weights	
Fitting Errors	
Maximum :	
Average :	
OK	Apply Back Cancel

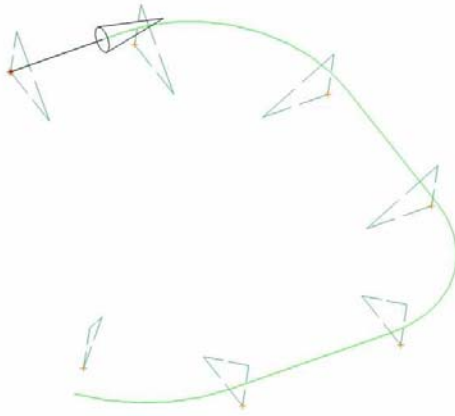
By Tolerance: Hier wird die Toleranz zu den spezifizierten Punkten gewählt
By Segments: Hier wird das Fit über die Anzahl der Segmente bestimmt
By Template: (durch Vorlage / Schablone) anhand eines bestehenden Spline



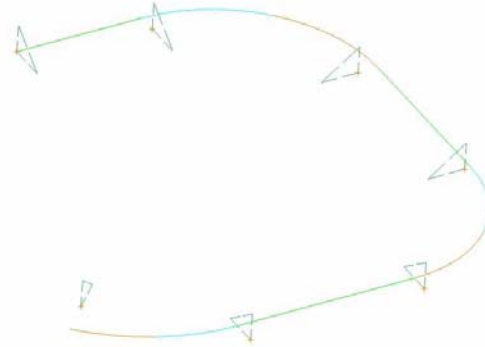
Beide Spline wurden durch die gleichen Punkte erzeugt

d) **Perpendicular to Planes** (Senkrecht zu Ebenen)

Mit dieser Funktion wird ein Spline ausgehend von einem Punkt senkrecht durch definierte Ebenen (planes) erstellt. Mathematisch wird der Spline durch Linien und Radien (Kreisbögen) beschrieben.



Spline Perpendicular to Planes



Darstellung durch Linien und Kreisbögen

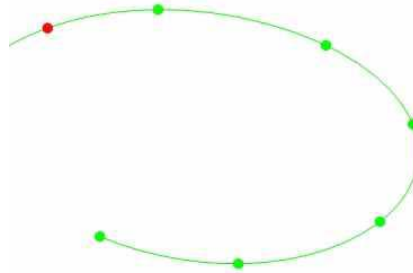
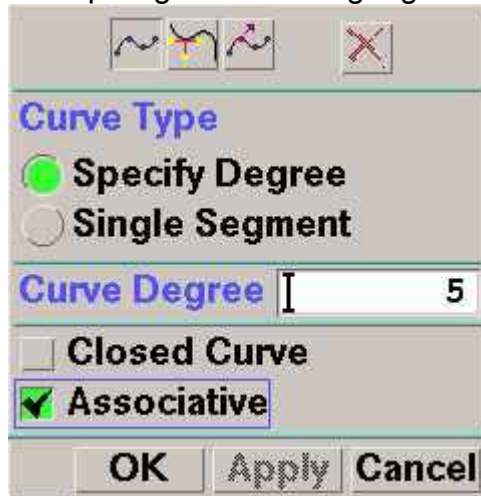
- | | |
|---------------|---|
| Linie |  |
| 1. Kreisbogen |  |
| 2. Kreisbogen |  |

Es können sowohl ein vordefinierte Punkte (Points) und Ebenen (Planes) verwendet werden, als auch diese während der Operation erstellt werden.

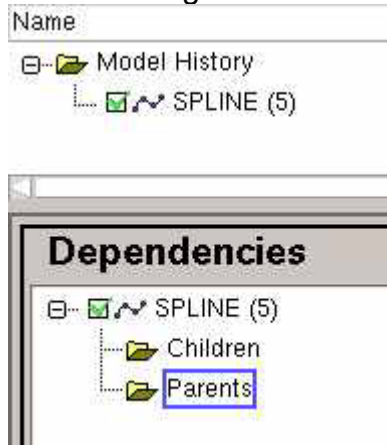
1.2. Insert Curve -> Spline by Points



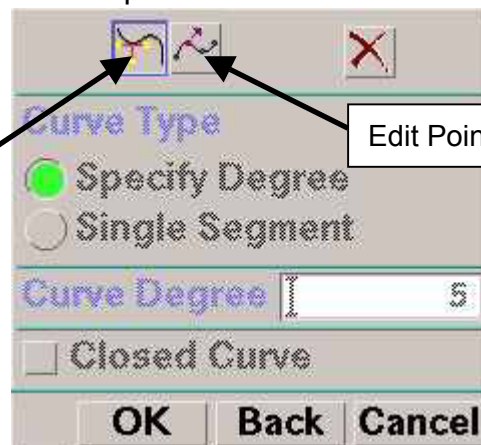
Prinzipiell gleiche Erzeugung eines Spline wie unter 1b.



Splineverlauf wird bereits während der Erzeugung angezeigt. Durch Setzen des Hakens **Associative** wird ein parametrisches Feature erzeugt, d.h. der Spline wird im Part Navigator als Feature angezeigt und kann entsprechend editiert werden.

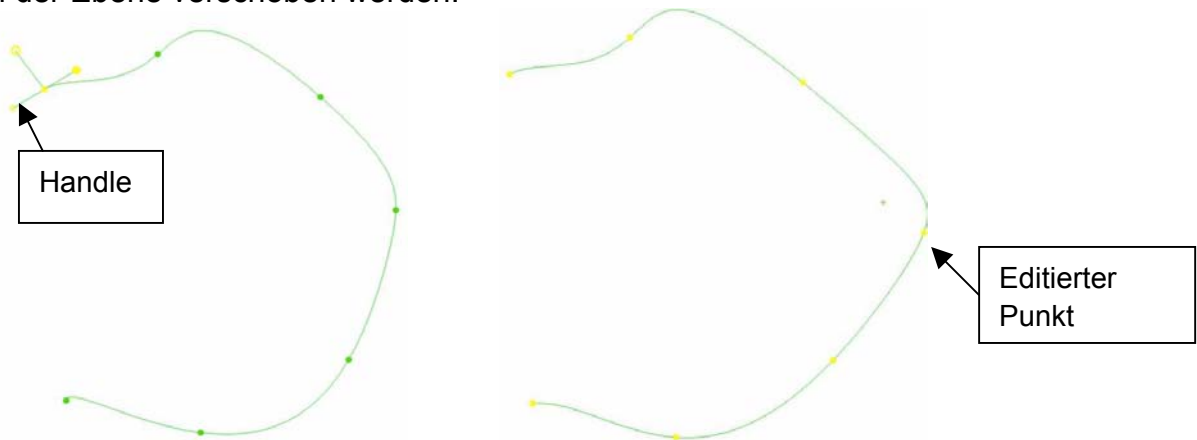


Assign
Slope/



Edit Point

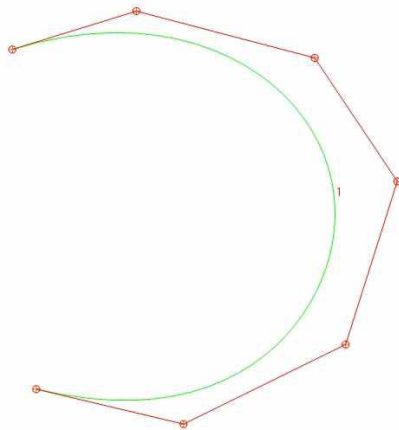
Wird vor Abschließen (OK) der Splineerzeugung der Button **Assign Slope/Curvature** gedrückt bekommt man an einem gewählten Punkt ein Handle eingeblendet mit welchem der Vektor in diesem Punkt geändert werden kann. Durch Drücken des Button **Edit Point** können während des Erstellens die Punkte in der Ebene verschoben werden.



1.3. Insert Curve -> Spline by Poles

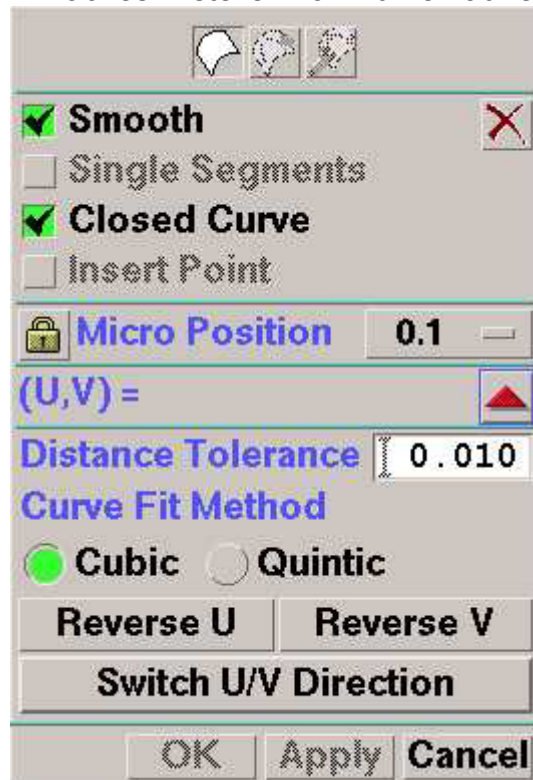


Entspricht der Erzeugung eines Spline wie unter 1a) beschrieben, Handling siehe 1.2. **Spline by Points**. Hier ebenfalls Möglichkeit der Erzeugung eines parametrischen Features durch assoziative Entstehung.

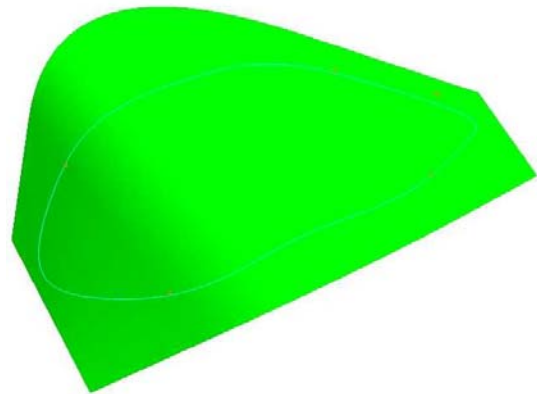


1.4. Insert Curve -> Curve on Surface

Einfaches Erstellen von Kurven auf einer Fläche.



Wenn Schalter **Smooth** gesetzt ist wird die Kurve zur Fläche hin stärker geglättet.
Closed Curve erzeugt einen geschlossenen Kurvenzug.
Über die **Curve Fit Method** wird die Annäherung der Kurve zur Fläche beeinflusst



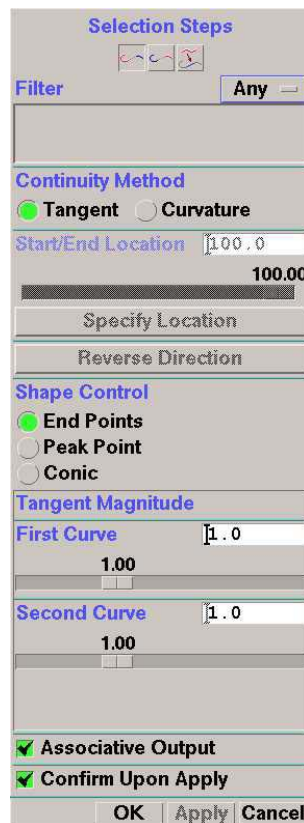
2. Kurvenoperationen

2.1 Insert Curve Operation -> Bridge Curve



Mit **Bridge Curve** lässt sich auf einfache Art eine Verbindung zwischen 2 beliebigen Kurven (auch Körper- oder Flächenkanten) mittels Spline erzeugen.





Über **Continuity Method** wird der Einlauf der Bridge in die gewählte Kurve festgelegt.

Tangent erzeugt einen kubischen Single Segment Spline 3.Grades, der tangential in beide gewählten Kurven einläuft (Bezier-Spline).

Curvature erzeugt einen Single Segment Spline 5. – 7. Grades mit kurvenstetigem Einlauf.

Mit dem Slider (Schieber) **Specify Location** kann der Einlauf auf der gewählten Kurve zwischen 0 % (1. Endpunkt der Kurve) und 100% (2. Endpunkt)

festgelegt werden. Mit dem Schalter **Reverse Direction**

Direction wird die Einlaufrichtung 180 Grad gedreht. Über **Shape Control** erfolgt eine interaktive Bestimmung der Form der Bridge durch den Anwender. Die einzelnen Schalter werden nachfolgend erläutert.

Mit dem Schalter **Associative Output** bleibt die Bridge abhängig von den Kurven und wird als **Feature** im Partnavigator angezeigt.

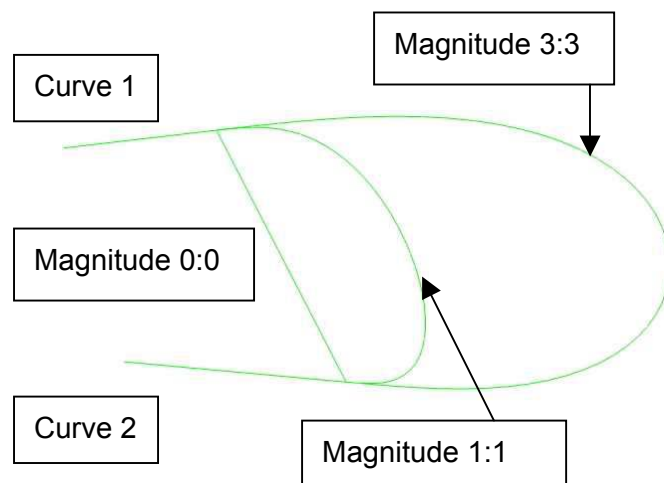
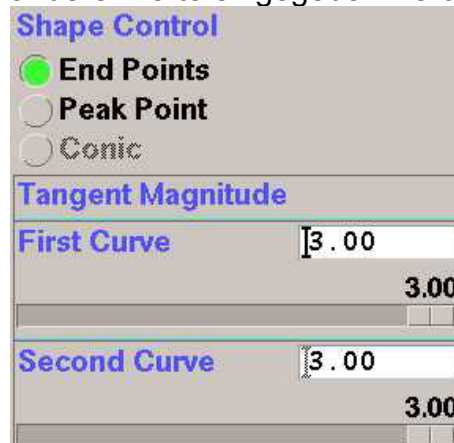
Confirm Upon Apply ermöglicht das Bearbeiten und Analysieren der Bridge vor Abschluss der Funktion.

Shape Control

a) End Points

Beeinflussen der Form der Bridge durch den tangentialen Einlauf über die beiden Kurvenendpunkte.

Dazu können die Slider unter **Tangent Magnitude** beliebig verschoben werden. Voreingestellt sind Werte zwischen 0.00 und 3.00, es können jedoch beliebige andere Werte eingegeben werden.



Beide Slider können unabhängig voneinander verstellt werden, beeinflussen sich jedoch gegenseitig.

b) Peak Point

Hierbei wird die Form der Bridge über den Scheitelpunkt beeinflusst.

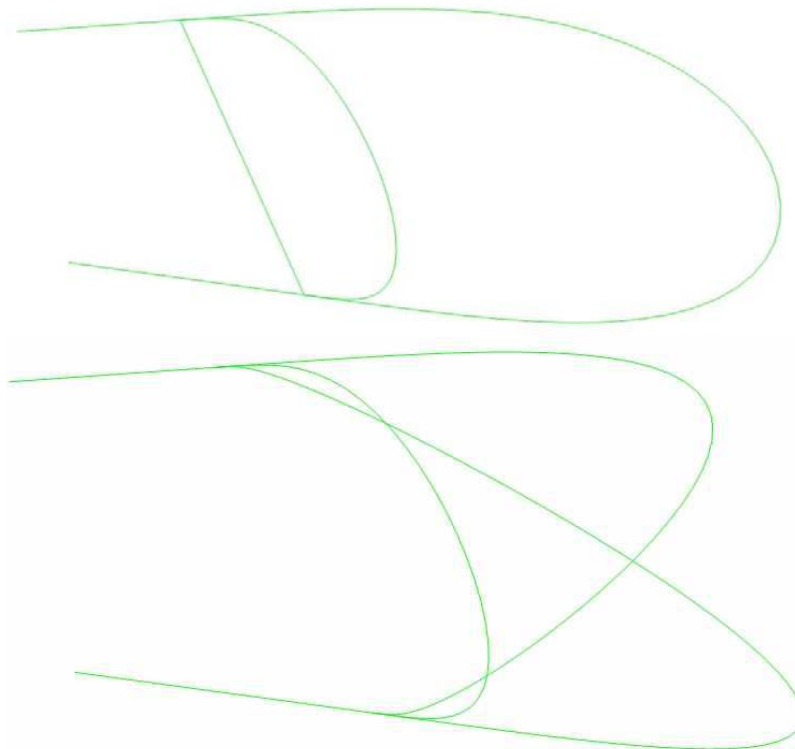


Über **Bridge Depth** wird der Scheitelpunkt der Bridge zu den Kurven hin oder von den Kurven weg in Werten zwischen 0% und 100% verschoben.

Mit **Bridge Skew** wird der Scheitelpunkt zwischen den Kurven verschoben:
0% > der Scheitelpunkt liegt über Curve 1
100% > der Scheitelpunkt liegt über Curve 2

Stiffness Control reguliert den Grad der erzeugten Bridge, **Low** > Niedrig, **High** > Hoch.

Auto erzeugt einen Kompromiss.
Je höher der Grad umso komplexer wird die Geometrie!



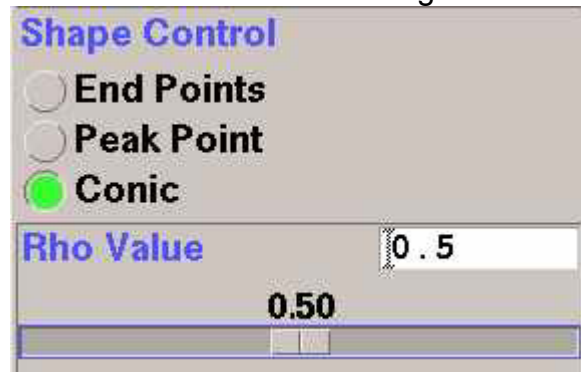
Einfluss der Änderung der **Bridge Depth**
für Werte zwischen 0 und 100%

Einfluss der Änderung des **Bridge Skew**
für Werte zwischen 0 und 100%

Beide Slider können unabhängig voneinander verstellt werden, beeinflussen sich jedoch gegenseitig.

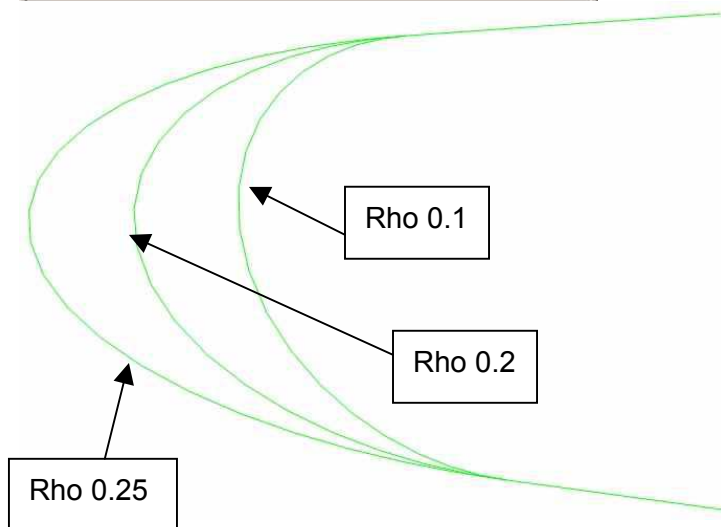
c) Conic

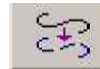
Diese Funktion steht nur in der **Continuity Method Tangent** zur Verfügung. Dabei wird die Form der Bridge durch einen Kegel bestimmt.



Rho Value bestimmt die Höhe der Bridge, wobei Rho eine Verhältniszahl des zugrundeliegenden Kegels darstellt.

Über den Slider kann Rho auf Werte zwischen 0.01 und 0.99 eingestellt werden, die Änderung wird interaktiv dargestellt.



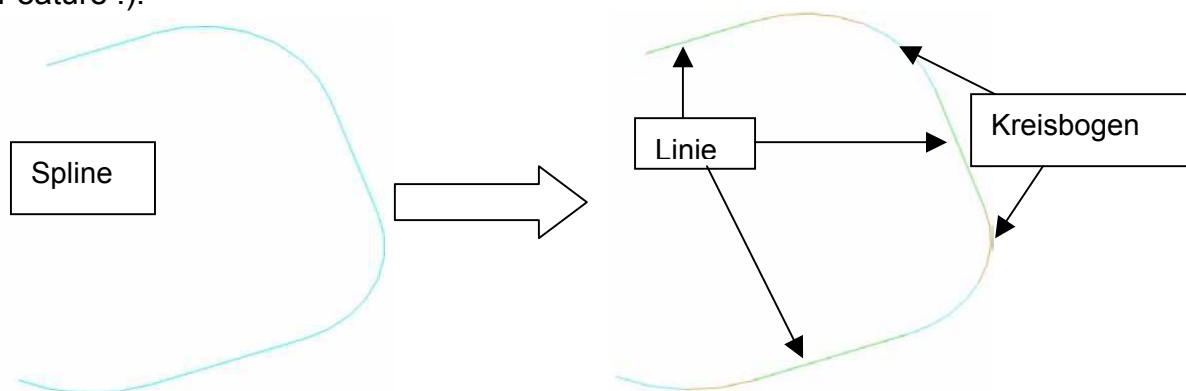


2.2 Insert Curve Operation -> Simplify Curve

Mit dieser Funktion lassen sich Splines über Best Fit auf Linien und Radian (Kreisdörben) zurückföhren. Dabei ist es möglich einen String von 512 Kurven auszuwählen.



Mit **Maintain** bleiben die Originalkurven erhalten, mit **Delete** werden sie gelöscht, mit **Blank** werden die Originalkurven in den Blankbereich verschoben. Mit Maintain und Blank bleiben die erzeugten Kurven abhängig vom Original (kein Feature!).

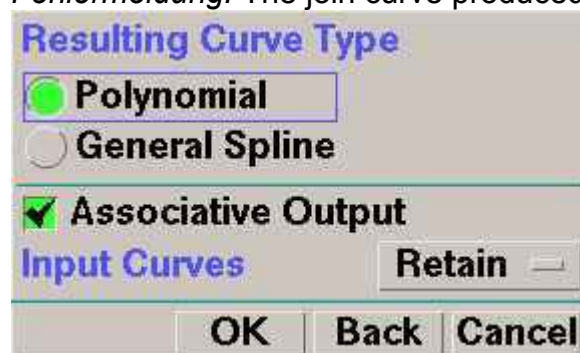


2.3 Insert Curve Operation -> Join Curve

Mit Join Curve lässt sich eine Kette von Kurven (sowohl Splines als auch Linien und Kreisdörben) zu einem einzigen B-Spline zusammenfassen.

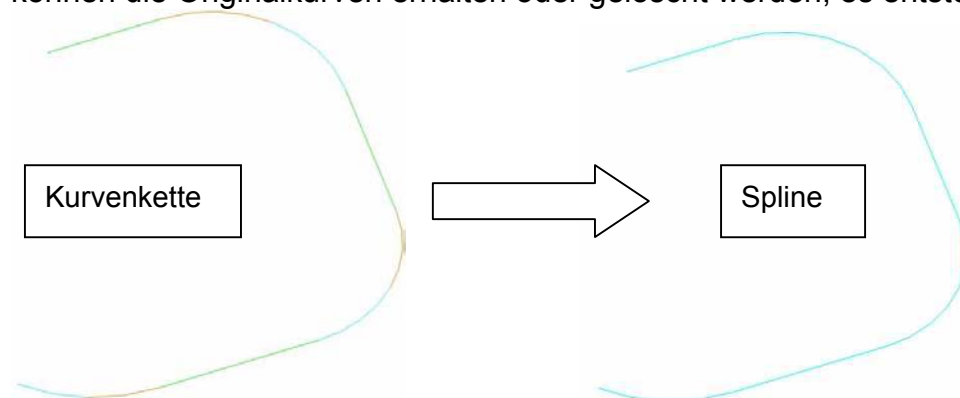
Zu beachten ist, dass die Kurven der eingegebenen Kurvenkette tangential ineinander einlaufen müssen. Nichttangentialer Einlauf föhrt zu einem Knick im entstehenden Spline, der nachträglich nicht mehr zu entfernen ist.

Fehlermeldung: The join curve produced corners

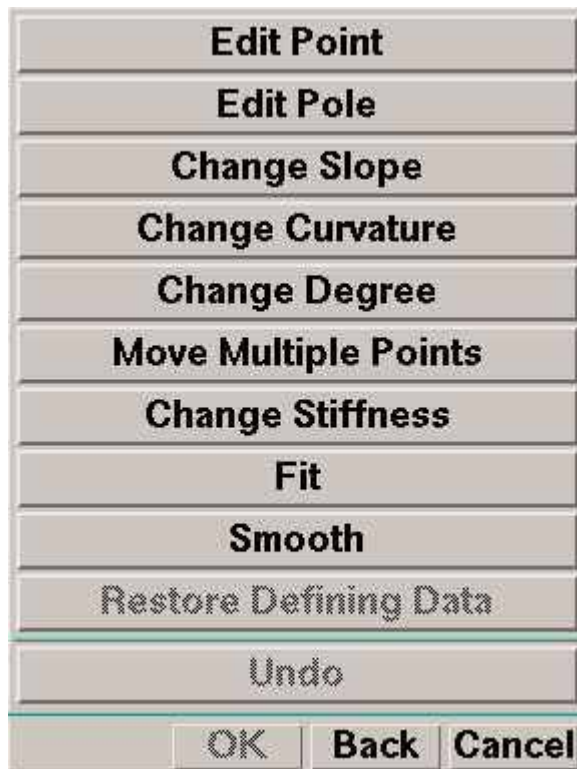


Polynomial erzeugt einen Spline dritten (cubic) oder 5. (quintic) Grades der an den Originalkurven approximiert wird. Dies erfolgt nach Curve Best Fit, Voreinstellung über **Modeling Preferences** Dialog (*Distance Tolerance* und *Angle Tolerance*). Mit **General Spline** werden exakt die Originalkurven repräsentiert.

Wenn **Associative Output** eingestellt ist, können die Originalkurven auf der Arbeitsoberfläche (**Retain**) oder im Blankbereich (**Blank**) behalten werden. Es wird ein Feature erzeugt und im Part Navigator dargestellt. **Ohne assoziativen Output** können die Originalkurven erhalten oder gelöscht werden, es entsteht kein Feature.



3. Edit Curve Parameters



Ein Editieren eines (unparametrischen) Spline ist über das nebenstehende Menü möglich. Dabei kann unter den jeweiligen Funktionen gewählt werden. Die Funktionalität folgt der wie unter den Erzeugungsfunktionen beschrieben. Es können auch mehrere Änderungen z.B. Edit Point und Change Slope nacheinander durchgeführt werden.