

4.1 Regelfläche (Ruled)



Einfügen > Gitterfläche > Regelfläche ...

Insert > Mesh Surface > Ruled ...

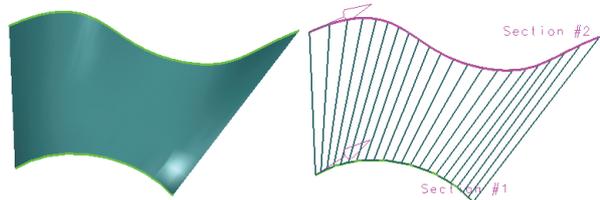
Die *Regelfläche (Ruled)* ist eine einfach zu erstellende, wichtige Basisfläche, die in allen CAD-Systemen anzutreffen ist, sofern es sich überhaupt um 3D-Flächensysteme handelt.



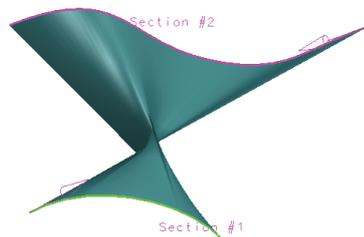
Die Funktion lässt sich zwei „Strings“ zeigen und verbindet diese Kurvenzüge mit einer Fläche. Immer wenn nach „Strings“ gefragt wird, können diese Kurvenzüge aus mehreren, zusammenhängenden Einzelkurven zusammengesetzt sein. In alten UNIGRAPHICS-Versionen (z.B. V2, V3, im Jahr 1985) gab es diese Funktion ebenfalls, man konnte aber nur zwei einzelne Kurven anwählen. Später stand dann in der

Online-Hilfe, dass ein String aus maximal 150 Einzelkurven bestehen darf, und derzeit ist von einer zahlenmäßigen Beschränkung der Teilstücke nichts mehr zu lesen. Ein Versuch mit einem String, der aus 500 Kurven bestand, funktionierte einwandfrei.

Stellen Sie sich den Aufbau der Fläche so vor, als ob auf beide Kurvenzügen z.B. 1000 Punkte gleichmäßig verteilt würden (unabhängig von der Anzahl der tatsächlichen Kurvenstücke) und dann



Punkt 1 mit 1, 2 mit 2 ... 1000 mit 1000 mit Linien verbunden werden. Diese ganzen Linien würden dann den Flächenverlauf annähern. In der Abbildung wurden bei der rechten Fläche 20 Isolinien eingeschaltet, die das eben beschriebene Bild verdeutlichen sollen.



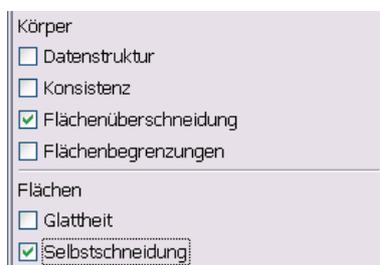
„Bedienungsfallen“ gibt es bei der *Regelfläche* kaum. Eine „Falle“ ist so offensichtlich, dass sie schon beinahe selbsterklärend ist. Werden die Kurvenzüge (*Strings*) so ausgewählt, dass die Richtungspfeile gegenläufig sind, so entsteht eine „verdrillte“ Fläche. Die Fläche schneidet sich selbst und ist nicht nur wertlos, sondern

auch gefährlich. Zum einen sind NX-Modelle unsauber erstellt, wenn sich „Selbst-

4.1 Regelfläche (Ruled)

„*Überschneidungen*“ (*Self-intersections*) darin befinden, zum anderen lehnen zahlreiche Auftraggeber UNIGRAPHICS/NX-Modelle ab, wenn sie bei der Dateneingangskontrolle derartige Fehler entdecken. Richtig gefährlich können diese defekten Flächen werden, wenn darauf NC-Wege (z.B. Fräswege) erstellt werden. Der Fräser versucht dann, stets auf einer Seite der Fläche zu bleiben, und taucht aufgrund der Selbstüberschneidung plötzlich auf die andere Seite der Fläche ab, d.h., in der Praxis könnte dieses Verhalten dazu führen, dass der Fräser in den Tisch der NC-Maschine „kracht“, was tatsächlich schon vorgekommen ist. Mittlerweile haben jedoch sowohl die CAD-Systeme als auch die NC-Maschinen Möglichkeiten, solche

Fehler zu erkennen und zu melden.

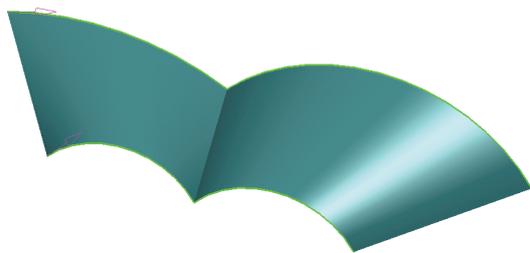


Nicht immer sieht man die Selbstüberschneidung so deutlich wie in der obigen Abbildung. Ggf. verdrillt sich nur die allerletzte Ecke einer Fläche, und man sieht es optisch nur nach einem sehr starken Zoom. Trotzdem muss



man diese defekten Flächen finden und lokalisieren können. Die Funktion dafür finden Sie unter: *Analyse > Geometrie überprüfen (Analysis > Examine Geometry)*. Die zwei Haken in dem teilweise abgebildeten Menü spüren die Selbstüberschneidungen auf. Wie man im Menü sieht, ist eine „Selbstschneidung“ (*Flächenüberschneidung, Self-intersection, Face-Face Intersections*) nicht nur bei

Flächen möglich, sondern sie kann auch innerhalb von Volumenkörpern vorkommen. Dass dafür unterschiedliche Begriffe in den Menüs benutzt werden, ist eher „*unschön*“, es handelt sich um denselben Fehler, der auf keinen Fall ignoriert werden darf!



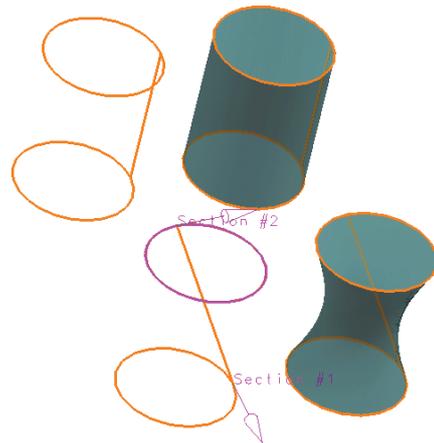
Eine „*gemeine Falle*“ bestand bei diesem Flächentyp über viele Jahre und zahlreiche UG-Versionen (auch noch in NX3!). Kommen in den Kurvenzügen (*Strings*) Ecken vor, so war es sehr wichtig, die Toleranz, die im Regelflächenmenü angeboten wird, auf den Wert = 0.0 zu stellen, wobei der Wert 0.0 hier nicht besagt, dass man unendlich genau arbeiten will, sondern dass UNIGRAPHICS/NX intern mehrere einzelne Teilflächen erstellen soll. Man bekommt damit eine saubere, scharfe „*Bügefalte*“ zwischen den scharfen Ecken der zwei Kurvenzügen. Würde man die Toleranz etwa auf 0.01 mm stellen, so wie sie in dem Menü am Anfang dieses Abschnittes zu sehen ist, so würde eine Art

4 Flächen

Verrundung entlang der „Bügel falte“ entstehen, da die Fläche 0.01 mm von den hier grünen Kurven abweichen darf. Solche extrem kleine „Radien“ bzw. scharfe Krümmungen sind nicht erwünscht und machen sehr häufig Probleme im weiteren Verlauf der Konstruktion. NX4 ignoriert den angegebenen Wert, wenn der Haken bei „*Preserve Shape*“ gesetzt ist, und stellt die Toleranz intern auf 0.0, sobald scharfe Kanten vorkommen. Ist der Haken nicht gesetzt, so wird der Toleranzwert eben so interpretiert, dass die Fläche von den Kurven um den Betrag des Toleranzwertes abweichen darf. Das Ergebnis sehen Sie in der Abbildung. Die blaue Fläche entfernt sich von dem grünen Kurvenzug und erzeugt eine scharfe Krümmung, die man erst entdeckt, wenn man die Situation stark vergrößert (hier: Zoomfaktor = 50).

Es gibt zwei Möglichkeiten, um zu überprüfen, ob die Toleranz auf 0.0 gestellt war und somit scharfe Ecken entstanden sind: Informationen > Formelement ... (Information > Feature ...) liefert die Meldung über die *Abstandstoleranz (Distance Tolerance)* = 0.0. In der Funktion: *Analyse > Geometrie überprüfen (Analysis > Examine Geometry)* würde das Häkchen bei „*Kanten/Glattheit (Edges/Smoothness)*“ eine scharfe Kante melden, die hier ausdrücklich erwünscht wäre. D.h., werden mit dieser Funktion scharfe Kanten gemeldet, so ist dies als Erfolgsmeldung und nicht als Fehlermeldung zu interpretieren.

Eine weitere Gefahr besteht bei Konturen, die so gestaltet sind, dass die Pfeilschäfte der Richtungspfeile nicht auf einer sauberen Linie liegen. Im Beispiel sind die jeweils linken Kreise die *Strings* für die rechten Körper. Dabei ist in der unteren Situation der obere Kreis gegenüber dem unteren Kreis verdreht. Zur besseren Erklärung wurden die Endpunkte der Kreise mit einer orangen Linie verbunden. Im oberen Beispiel liegen die Endpunkte in Blickrichtung der Zylinderachse sauber übereinander, d.h., die Verbindung der Kreisendpunkte ergibt eine Mantellinie des sauberen Zylinders (orange Linie, durchscheinend). Im unteren Fall kommt durch den verdrehten Kreis eine Einschnürung des Zylindermantels zustande. Das ist normalerweise nicht gewünscht, tritt eventuell nicht so deutlich sichtbar auf und ist auf alle Fälle zu beachten.

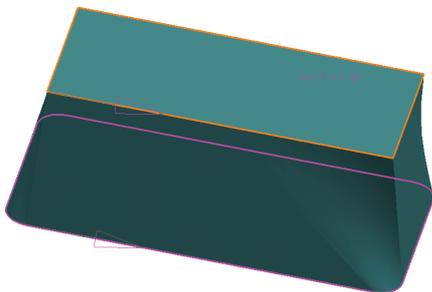


Eine Option gibt es im Regelflächenmenü noch, die hier besprochen werden soll. Sie kommt jedoch auch bei anderen Flächentypen vor. Die Einstellung nennt sich „*Ausrichtung (Alignment)*“ und bietet sechs Varianten an.

4.1 Regelfläche (Ruled)

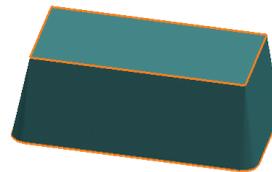
Die Parameter-Methode ist anzuwenden, wenn beide *Kurvenzüge (Strings)* die gleiche Anzahl von Objekten aufweisen. „Parameter“ heißt hierbei, dass immer die korrespondierenden Kurven verbunden werden, also Kurve 1 auf String 1 mit Kurve 1 auf String 2, Kurve 2 auf String 1 mit Kurve 2 auf String 2 usw.

„Bogenlänge“ (*Arc Length*) ist eine Methode, welche die einzelnen *Kurvenzüge (Strings)* intern in gleich lange Abschnitte zerlegt und sich über die ggf. ungleiche Länge der Einzelkurven hinwegsetzt. Bei dem abgebildeten Beispiel passen jedoch beide bisher vorgestellten Methoden nicht. Das obere, orange Rechteck besteht aus vier Linien, die Bodenkontur (violett durchscheinend) enthält jedoch zusätzlich vier Radien, wodurch dieser *String* aus acht Teilkurven besteht. Sowohl die Methode über die „Parameter“ als auch über „Bogenlänge“ (*Arc Length*) liefert hier ein unbrauchbares Ergebnis. Es entstehen „Bügelalten“ und Verzerrungen, die normalerweise nicht erwünscht sind.



Für derartige Geometrien bietet sich die Methode „Punkte“ (*By Points*) an. Die Vorgehensweise entspricht der Fertigungsverfahren des vierachsigen Drahterodierens. Dabei

wird ein Draht entlang zweier Konturen geführt und jeweils Punkt für Punkt bestimmt, wo sich der Draht auf der oberen bzw. unteren Kontur gerade befindet. Die über den Draht eingeleiteten Stromstöße reißen aus dem metallischen Werkstück feine Partikel heraus. Das Ganze geschieht in einer Flüssigkeit, die Partikel (Späne) werden weggeschwemmt. So „schneidet“ sich der Draht langsam durch das Werkstück, so wie sich ein heißer Draht durch einen Schaumstoffblock schneiden würde. Bei der Angabe in UNIGRAPHICS/NX zeigt man abwechselnd auf der einen Kontur (*Section String # 1*) und auf der anderen Kontur (*Section String # 2*) die Punkte, wo der virtuelle Draht gerade sein würde. Vorsicht! Der erste und gleichzeitig letzte Punkt der Kontur, das ist derjenige, an dem die Richtungspfeile beginnen, darf nicht ausgewählt werden, er ist automatisch bereits selektiert. Der Trick hierbei ist, dass der virtuelle Draht auf der oberen Kontur an den Ecken stehen bleibt, während er auf der unteren Kontur den Radius abfährt. Der Draht beschreibt einen Viertelkegel, oder, anders ausgedrückt, es fällt Punkt 1 und 2 auf der oberen Kontur zusammen, wohingegen Punkt 1 und 2 auf der unteren Kontur den Beginn und das Ende des



Vorsicht! Den ersten und letzten Punkt nicht selektieren!

4 Flächen

Viertelkreises markieren. Das Ergebnis ist eine saubere Kontur, die auch praktische Bedeutung hat (z. B. Schieber in Spritzgusswerkzeugen).

Das Ergebnis ist übrigens ein Körper geworden, obwohl wir doch Freiformflächen erzeugen wollten!? Es sind drei Bedingungen nötig, damit automatisch ein Körper entsteht.

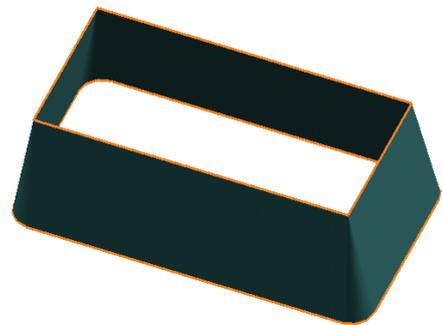
Die beiden beteiligten Konturen müssen planar (eben) sein, auf parallelen Ebenen müssen sie jedoch nicht liegen.

Die beiden Konturen müssen geschlossen sein.

Der Schalter *Voreinstellungen > Konstruktion > Allgemein > Körpertyp (Preference > Modeling > General > Body Type)* muss auf „Körper“ (*Solid*) gesetzt sein.

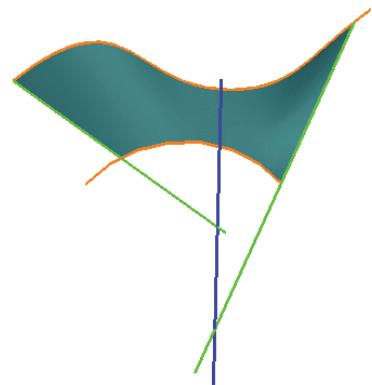
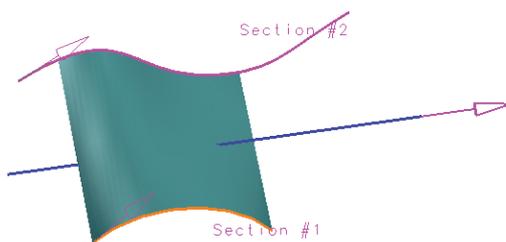
Steht der Schalter hingegen auf „Fläche“ (*Sheet*), dann entsteht bei gleicher Ausgangssituation und identischer Vorgehensweise das „Blech“ der nebenstehenden Abbildung.

Die letzten drei Ausrichtungsmethoden sind eher selten, sollen aber ebenfalls besprochen werden. Um zu erklären, wie die Funktion arbeitet, ist es hilfreich, sich einen Modellschreiner oder Künstler vorzustellen, der mit einem Spachtel eine Freiformfläche modelliert. Der Spachtel soll so geführt werden, dass er auf den beiden Kurven wie auf stabilen Drähten aufliegt. Das alleine reicht jedoch noch nicht. Es ist noch wichtig, wie der Spachtel geführt wird. Bei der Methode „Abstand“ (*Distance*) wird nach einer Richtung gefragt (der Begriff ist leider wieder sehr unglücklich gewählt). In der Abbildung wurde für diese Angabe die blaue Linie zwischen den Kurven gezeigt. Die Fläche beginnt, wo unser virtueller Spachtel, der in Pfeilrichtung gezogen wird, zum ersten



Mal beide *Strings* berührt, und endet, sobald der kürzere *String* (hier der orange Kreisbogen) verlassen wird.

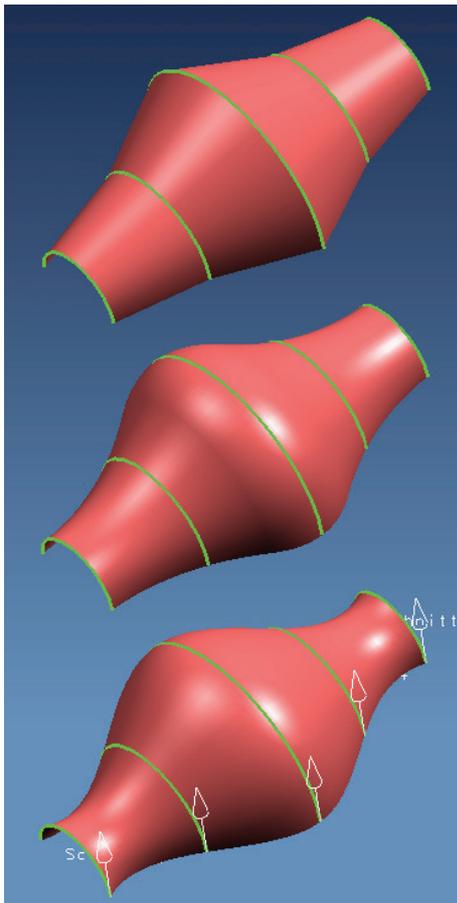
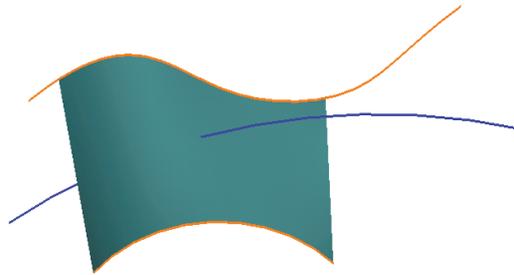
Für die Methode „Winkel“ (*Angles*) ist ein anderes Bild nötig. Hier würde der virtuelle Spachtel unseres Modellbauers um ein Scharnier (blaue, senkrechte Linie) geschwenkt und liegt stets auf den beiden orangefarbenen *Strings* an. Auch hier



4.2 Kurven (Through Curves)

beginnt die Freiformfläche, sobald der virtuelle Spachtel beide *Strings* bei seinem Schwenk um die Achse berührt, und endet, sobald der kürzere String verlassen wird.

Die letzte Methode will eine „*Konstruktionskurve*“ (*Spine Curve*) als Führung gezeigt bekommen. Wie im Kapitel „Einführung“ erläutert wurde, gilt hier das Bild eines Spachtels, der so geführt wird, dass er stets senkrecht auf der „*Konstruktionskurve*“ (*Spine Curve*) steht. Der Modellbauer knickt sein Handgeleget und erzeugt einen Schwung entlang der blauen *Konstruktionskurve*, die hier als *Kreisbogen* angeboten wird. Das Ergebnis sollte mit den zuvor beschriebenen Bildern klar sein. Eine gezielte Voraussage, wie die Fläche aussieht, wenn die *Konstruktionskurve* anders verlaufen würde, ist eher schwierig. Es ist – wie auch bei der Arbeit mit einem Spachtel – ein gewisses „Gefühl“ nötig. Ggf. führen erst mehrere Versuche zu einem gefälligen Ergebnis.



4.2 Kurven (Through Curves)

Einfügen > Gitterfläche > Kurven ...

Insert > Mesh Surface > Through Curves

...



Dieser Flächentyp ist der *Regelfläche* sehr ähnlich, bietet jedoch die Möglichkeit, mehr als zwei *Strings* mit einer Freiformfläche zu überspannen. In der Abbildung wurde jeweils die rote Fläche über die grünen Kreisbögen gespannt. Natürlich müssen alle Richtungspfeile in die gleiche Richtung weisen (bei der untersten Variante sind die temporären Richtungspfeile weiß dargestellt). Die Fläche läuft exakt durch die grünen Kurven, wobei die Modelltoleranz immer aktiv ist. Da es sich in unserem Fall aber um Kreisbögen handelt und diese mathematisch exakt zu