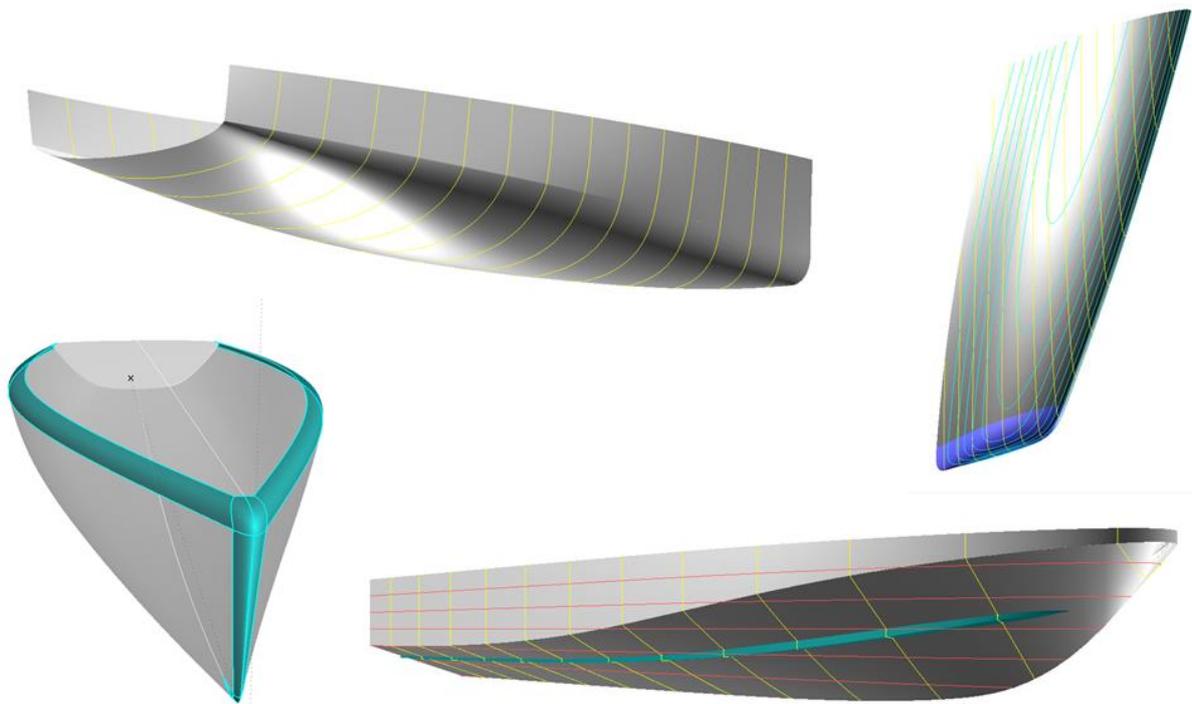


# Formmerkmale

## Über Besonderheiten der Geometrie von Rumpf, Deck und Kiel

von Reinhard Siegel

Juli 2020



## Inhalt

### Einleitung

### 1 Rumpf

- 1.1 – Knick durchlaufend - Segelboot
- 1.2 – Knick auslaufend - Segelboot
- 1.3 – Knick auslaufend – Jolle
- 1.4 – Knick auslaufend - Motorboot
- 1.5 – Gerade Bodenschnitte
- 1.6 – Boden mit Propellertunnel
- 1.7 – Spritzleiste
- 1.8 – Auslaufende Spritzkante
- 1.9 – Fußreling

### 2 Abrundungen

- 2.1 – Bugrundung
- 2.2 – Deckrundung 1
- 2.3 – Deckrundung 2
- 2.4 – Abgerundete Aufbalkanten

2.5 – Abrundung Randbogen Kielflosse

2.6 – Ausrundung Kielflosse-Ballast

## Einleitung

Formmerkmale sind spezielle Eigenschaften der Geometrie, die aus Sicht des Konstrukteurs für das Funktionieren seines Entwurfs erforderlich sind. Zum Beispiel ein durchlaufender Knick im Rumpf, ein Tunnel im Boden, eine charakteristische Rumpf-Deck-Abrundung. Im Folgenden werden Methoden beschrieben, wie sich häufig geforderte Formeigenschaften von Rumpf, Deck und Kiel modellieren lassen. Manche Konstruktionen wurden bereits in vorangehenden Tutorien behandelt. Sie werden hier dennoch angeführt, um eine zusammenfassende Sammlung zu schaffen.

### Verwendete Abkürzungen:

Cp: Kontrollpunkt, Stützpunkt (control point, support point); synonym verwendet.

Mc: Masterkurve, Stützkurve, Kontrollkurve (master curve, support curve, control curve); synonym verwendet.

cp1, cp2, ...: bezeichnet den 1., 2. ... Punkt in der Liste der Kontrollpunkte einer Kurve. Es ist kein Objektname.

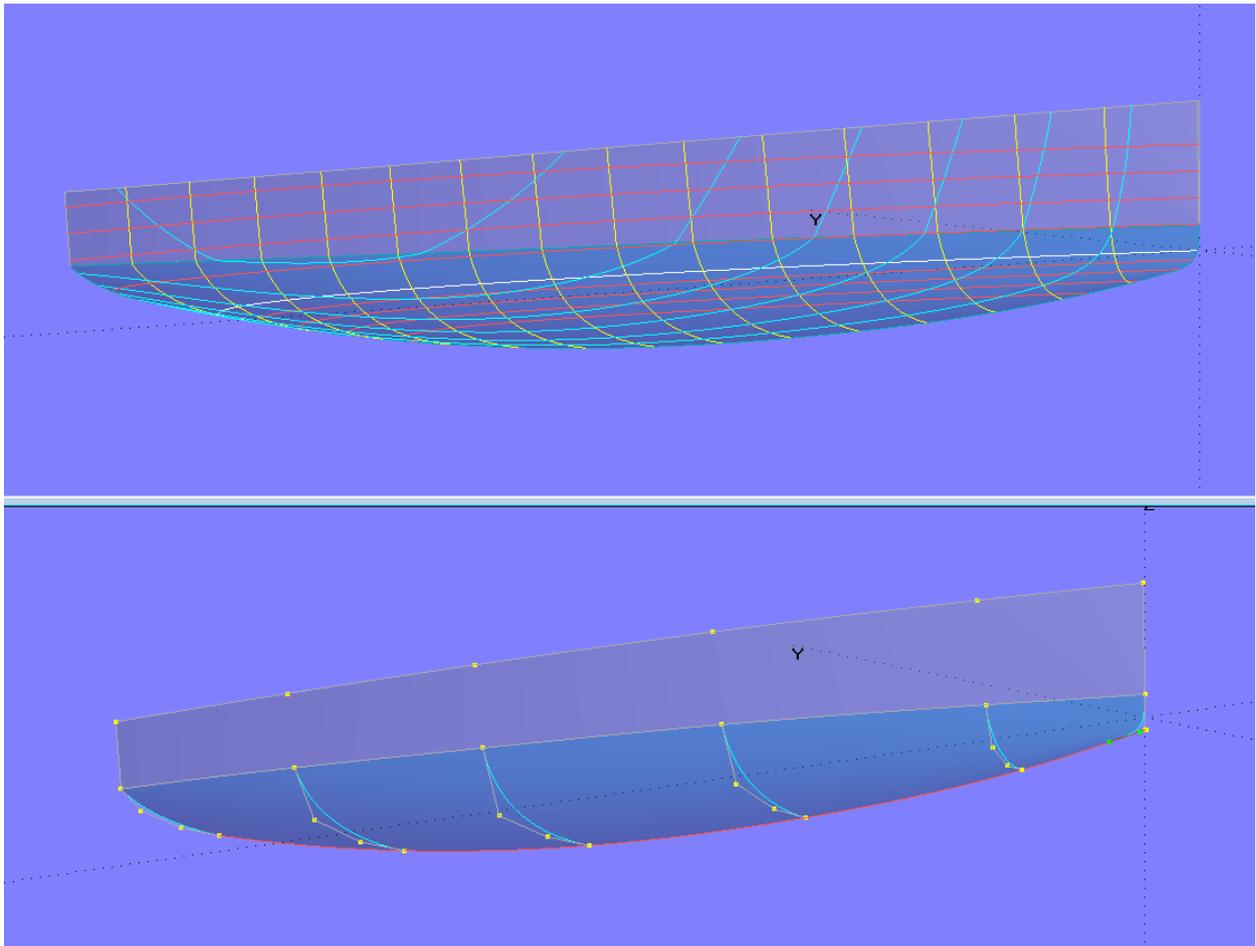
mc1, mc2, ...: bezeichnet die 1., 2. ... Kurve in der Liste der Stützkurven einer Fläche. Es ist kein Objektname.

Im Folgenden werden die MultiSurf-Namen für Punkt-, Kurven- und Flächenarten verwendet. Das ergibt zwar „denglische“ Sätze, soll aber dem Verständnis und der Nachvollziehbarkeit dienen.

## 1 Rumpf

### 1.1 Knick durchlaufend – Segelboot

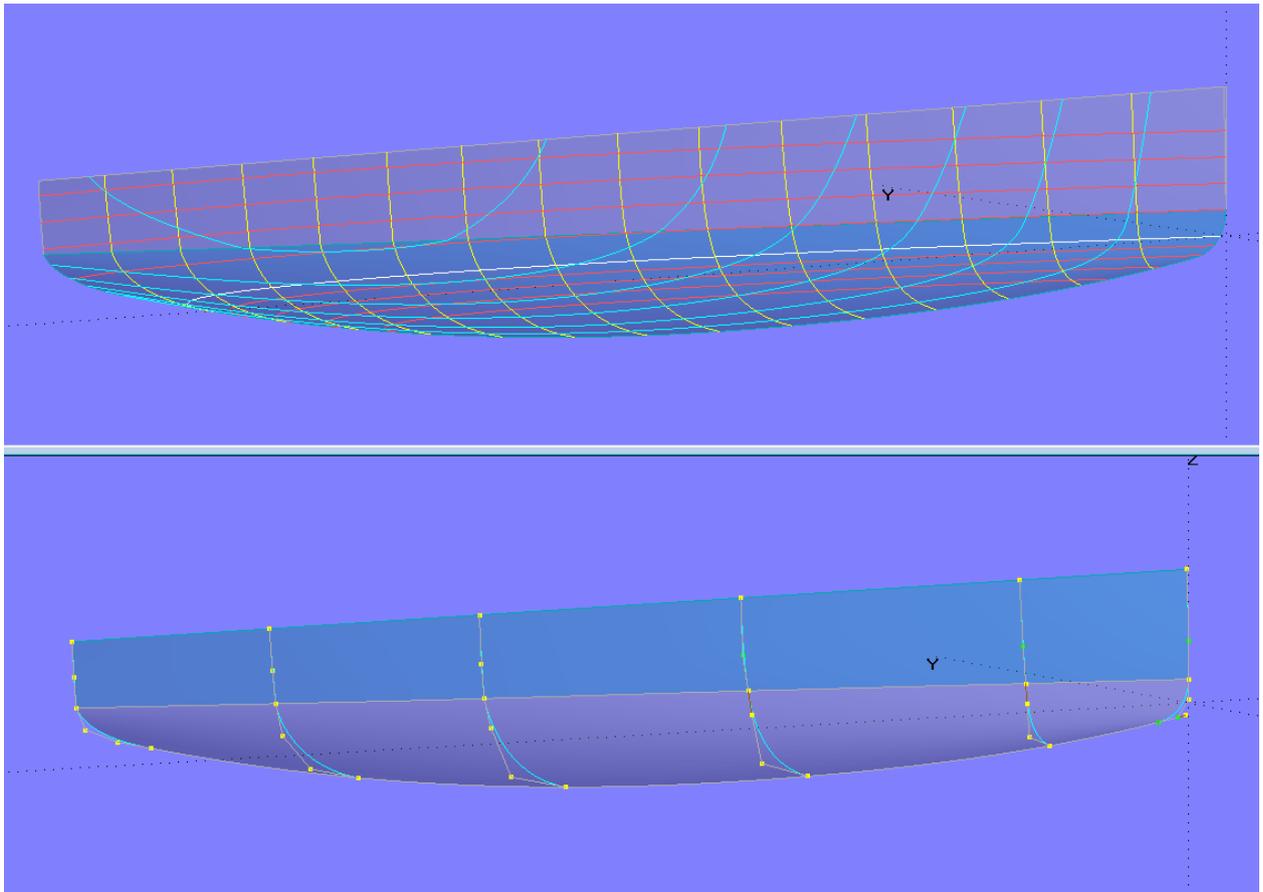
Wie sich ein Bootsrumpf mit Längsknick erzeugen läßt, ist in Tutorium 2 „*Rundspantrumpf mit durchlaufendem Knick*“ beschrieben (Modell *sy15\_full\_length\_chine.ms2*). Der Rumpf besteht aus zwei Flächen mit gemeinsamer Längskante. Für die Seite wird der Flächentyp Developable Surface verwendet, der Boden ist analog wie bei einem Standard-Rundspanter eine C-spline Lofted Surface. Entlang der Längskante bilden die Flächen einen zum Bug hin in Spantrichtung schwächer werdenden Knick.



Modell sy15\_full\_length\_chine.ms2 – die Seite des Rumpfes ist eine Developable Surface, der Boden ist eine C-spline Lofted Surface mit 6 Masterkurven und je 4 Kontrollpunkten (Tutorium 2).

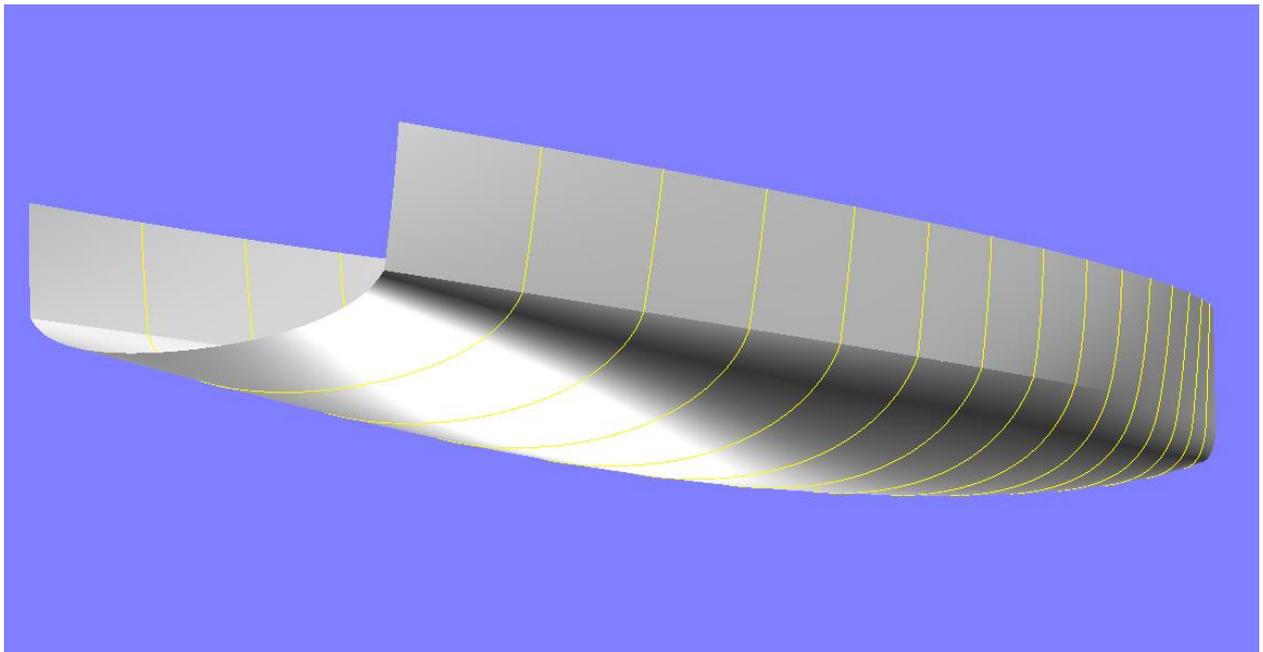
## 1.2 Knick auslaufend – Segelboot

Die Modellierung eines Rumpfes mit auslaufendem Längsknick ist Thema von Tutorium 3 „Rundspantrumpf mit auslaufendem Knick“.



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – allmählich auslaufender Knick. Die hinteren Mcs für Seite und Boden stoßen in Spantrichtung mit einem Knick aneinander, die vorderen Mcs schließen tangential aneinander an (Tutorium 3).

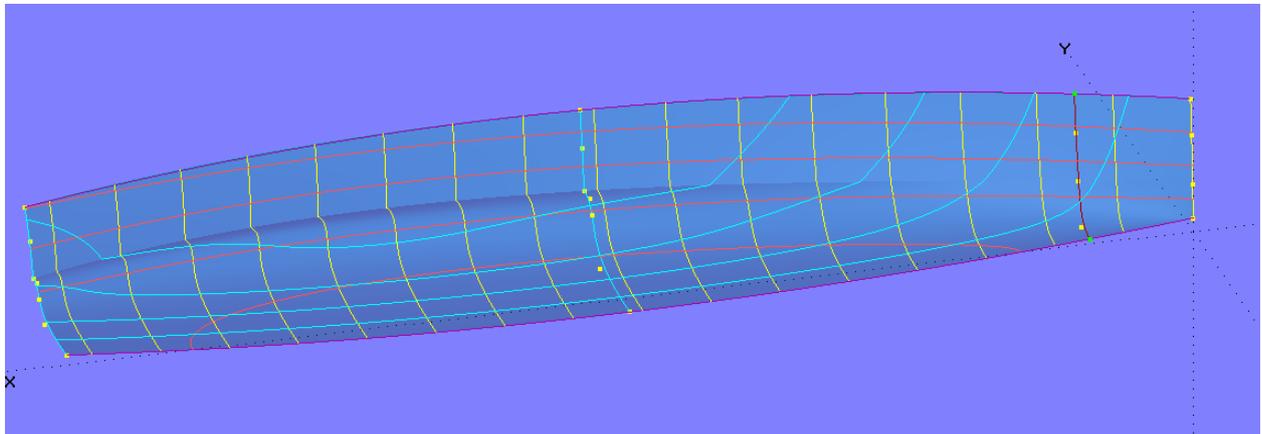
Der Rumpf im Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 setzt sich ebenfalls aus einer Fläche für die Seite und einer Fläche für den Boden zusammen. Beide sind wie bei einem Standard-Rundspanter erzeugt. Damit der Längsknick allmählich ausläuft, stoßen die hinteren Mcs in Spantrichtung mit einem Knick aneinander, die vorderen Mcs schließen tangential aneinander an.



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – allmählich auslaufender Knick (Tutorium 3)

### 1.3 Knick auslaufend – Jolle

Bei den beiden vorangehenden Formaufgaben wird die Rumpffläche durch zwei Teilflächen gebildet, die entlang der Knicklinie beziehungsweise ihrer Verlängerung aneinander anschließen. Im Modell *dinghy.ms2* besteht der Rumpf aus einer einzigen C-spline Lofted Surface, deren Masterkurven von Oberkante Rumpf bis Bodenkontur durchlaufen.

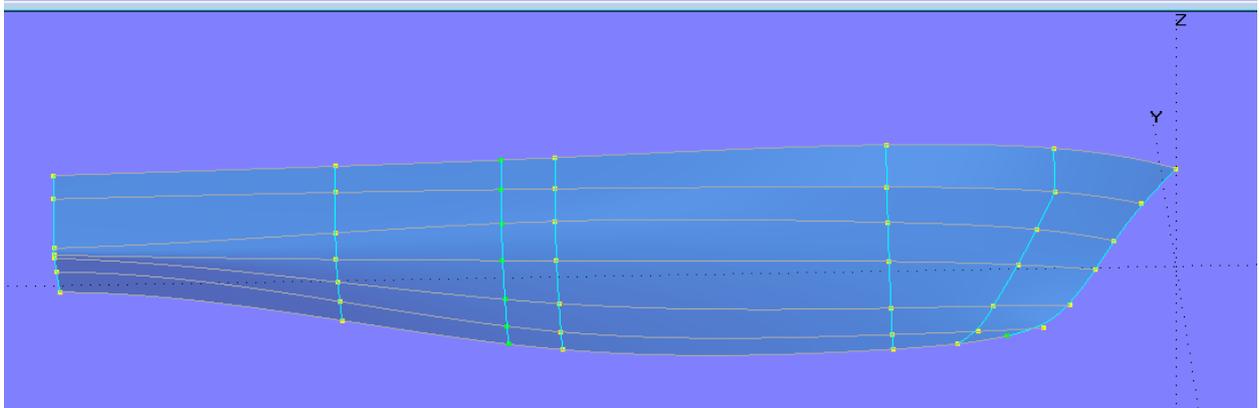
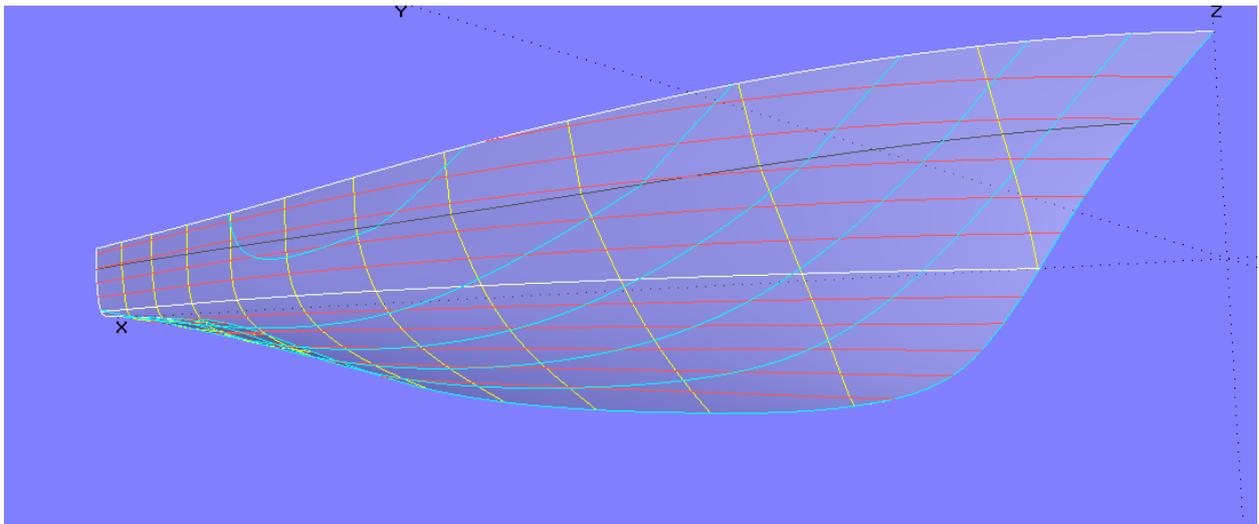


Modell *dinghy.ms2* – allmählich auslaufender Knick. Von Oberkante Rumpf bis Bodenkontur durchlaufende Masterkurven stützen eine einzige C-spline Lofted Surface.

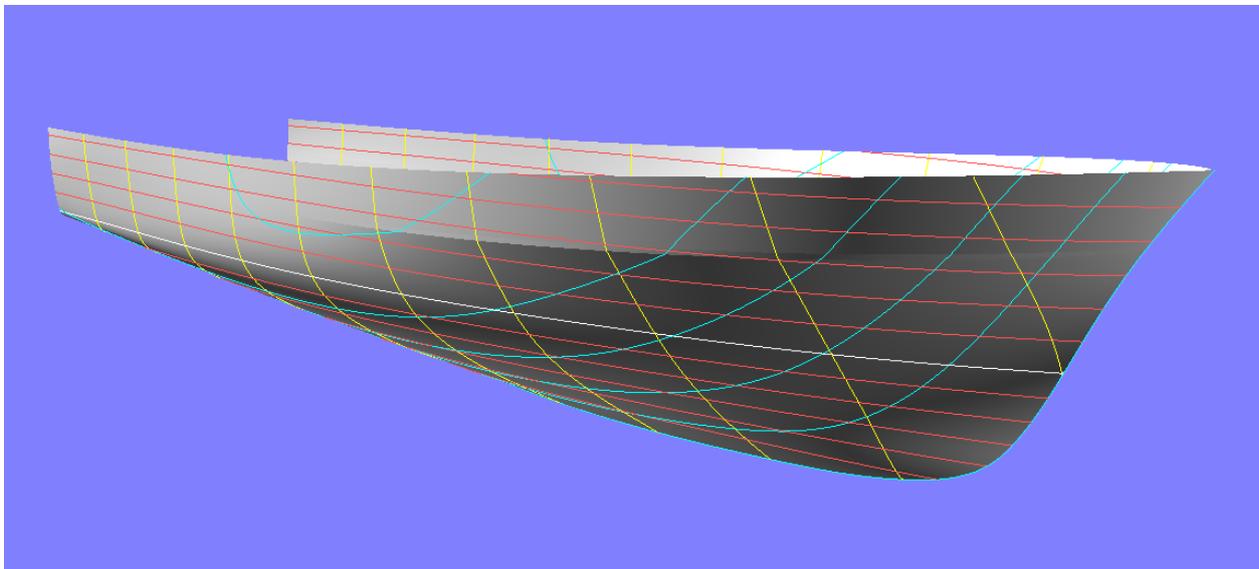
Bis auf den Bugbereich sind die Masterkurven PolyCurves, deren Komponenten (B-spline Curves) mit Knick aneinander stoßen.

### 1.4 Knick auslaufend – Motorboot

Sollen bei einem Motorbootrumpf die Spanten im Vorschiffsbereich stark ausfallen, kann mit einem auslaufenden Knick verhindert werden, dass das Deck übermäßig breit wird. Modell *powerboat\_vanish\_chine.ms2* ist eine Anwendung der vorstehend beschriebenen Methode, eine einzige Fläche mit Knick zu modellieren. Mc2 und Mc3 sind PolyCurves; ihre Komponenten jeweils eine Line und eine B-spline Curve, die mit einem Knick aneinander anschließen. Alle übrigen Mcs der C-spline Lofted Surface sind B-spline Curves.



Modell *powerboat\_vanish\_chine.ms2* – C-spline Lofted Surface mit auslaufendem Knick; *Mc2* und *Mc3* sind PolyCurves.

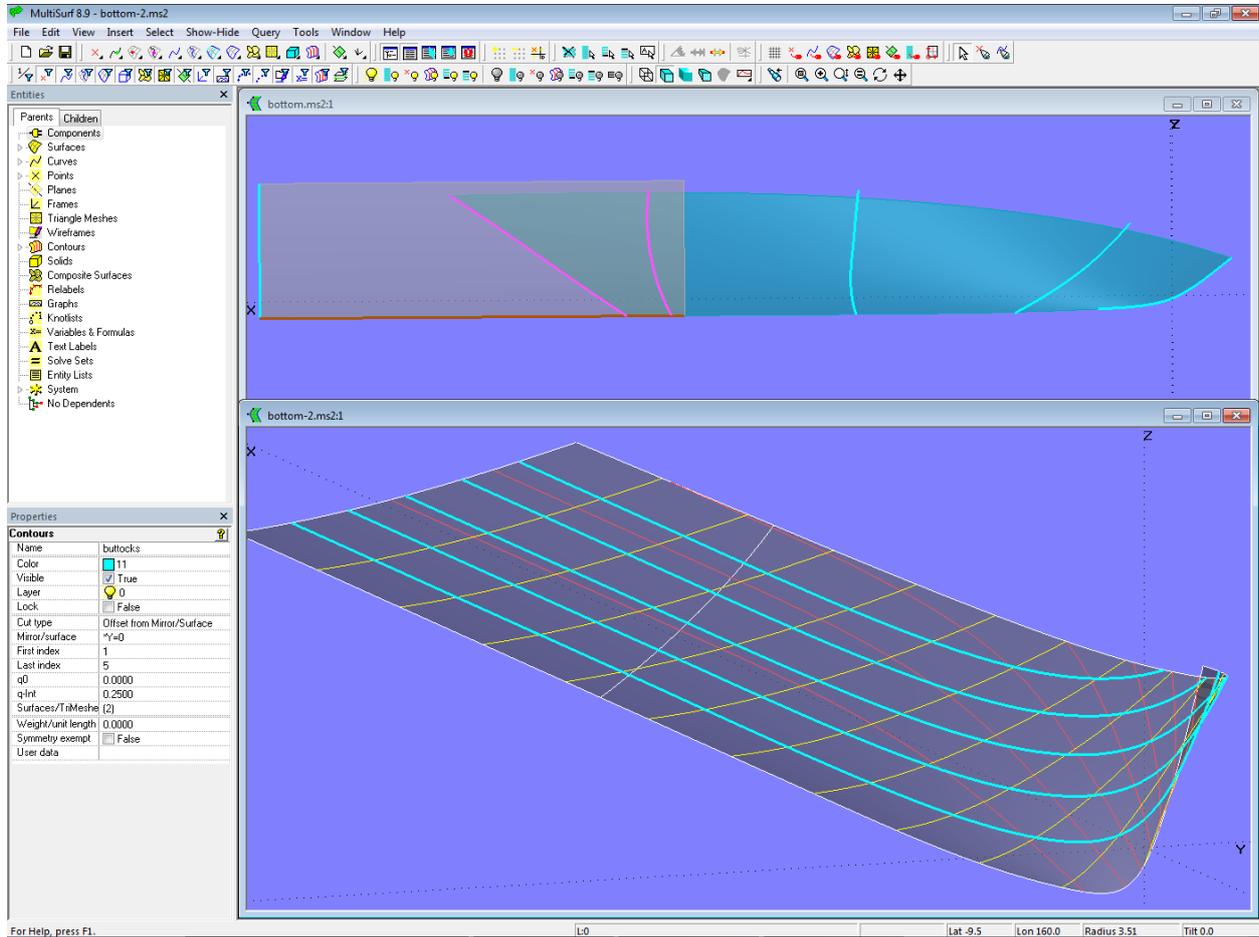


Modell *powerboat\_vanish\_chine.ms2*

## 1.5 Gerade Bodenschnitte

Im Tutorium 17 „B-spline-Kurven und B-spline-Flächen“ wird an Hand des Modells *bottom.ms2* die Konstruktion einer speziell geformten Bodenfläche eines Motorboottrumpfes beschrieben. Die Entwurfsforderung lautet, dass ab einer bestimmten Längsposition die Schnitte exakt gerade verlaufen.

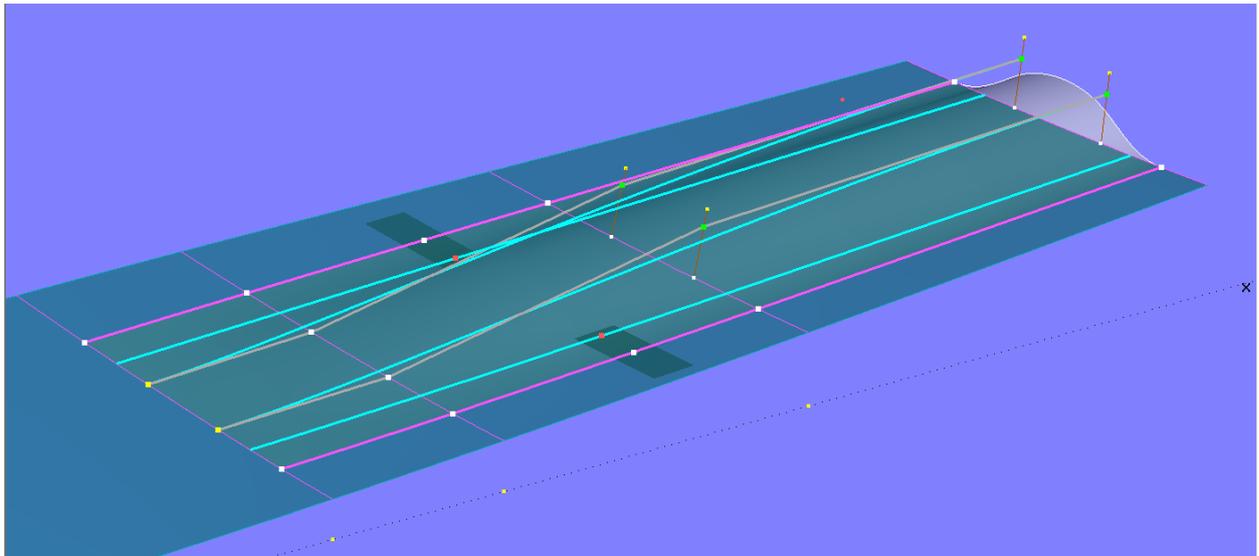
Dazu ist die Bodenfläche in ein Bugteil und ein Heckteil unterteilt. Die Basisfläche des geraden Heckteils ist eine Translation Surface, aufgespannt mit einer Line in Längsrichtung und einer B-spline Curve in Querrichtung, die die Spantform des Heckteils bestimmt. Den vorderen Teil der Bodenfläche bildet eine B-spline Lofted Surface, gestützt von 5 Mcs. Die vorderen 3 Mcs sind freie B-spline Curves, aber die beiden letzten Mcs liegen als B-spline Snakes auf der Heckfläche. Dadurch läuft die Bugfläche tangential in die Heckfläche ein.



Modell bottom.ms2 – Bodenfläche mit exakt geradem Verlauf der Schnitte im Hinterschiff (Tutorium 17)

## 1.6 Boden mit Propellertunnel

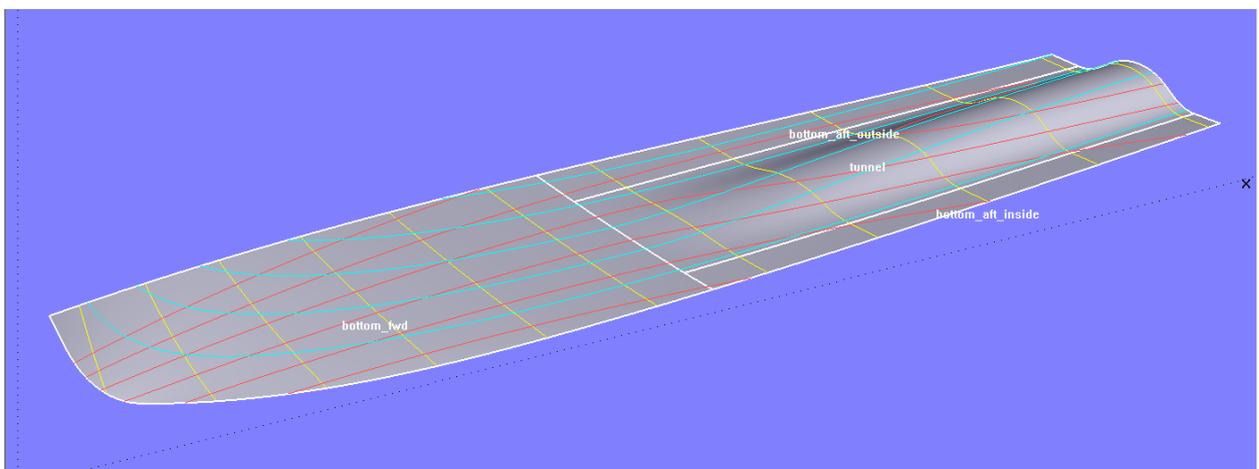
Ebenfalls Im Tutorium 17 „B-spline-Kurven und B-spline-Flächen“ wird im Modell tunnel\_stern.ms2 gezeigt, wie ein Propellertunnel in die Bodenfläche eines Motorbootumpfes eingefügt werden kann. Basisfläche des Bodens ist eine C-spline Lofted Surface, die Tunnelfläche eine B-spline Lofted Surface mit 6 in Längsrichtung verlaufenden Mcs.



Modell tunnel\_stern.ms2 – Propellertunnel als B-spline Lofted Surface mit 6 Mcs (Tutorium 17)

Die Rand-Mcs sind B-spline Snakes auf der Bodenfläche, die beiden mittleren Mcs B-spline Curves, die Größe und Verlauf der Tunnelhöhe in Quer- und Längsrichtung formen. Den tangentialen Einlauf des Tunnels in den Boden stellen zwei Procedural Curves sicher. Deren Konstruktion sorgt dafür, dass jeder ihrer Kurvenpunkte auf der Tangentialebene im korrespondierenden Kurvenpunkt auf der jeweils benachbarten Rand-Mc liegt.

Die fertigen Teilflächen des Bodens werden durch SubSurfaces erzeugt.



Modell tunnel\_stern.ms2 – die fertigen Teilflächen des Bodens werden durch SubSurfaces erzeugt (Tutorium 17).

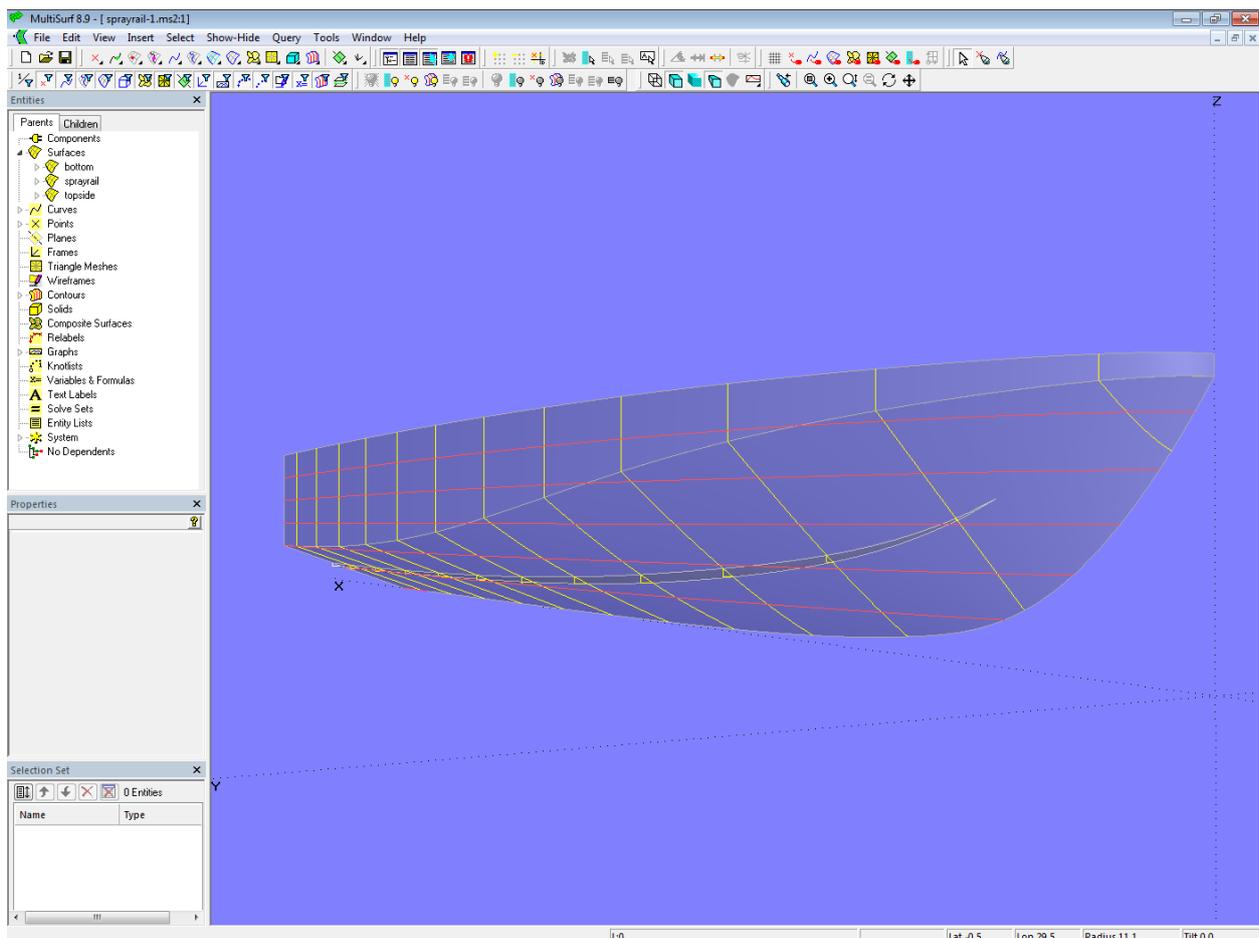
## 1.7 Spritzleiste

### Modell sprayrail-1.ms2

Modell *sprayrail-1.ms2* zeigt, wie sich mit wenig Aufwand eine Spritzleiste erzeugen lässt, die ab einem bestimmten Punkt mit konstanter Breite verlaufen soll.

Für die Konstruktion einer Spritzleiste lässt sich zweckmäßig eine Relative Curve verwenden. Die Eltern einer Relative Curve sind eine Basiskurve sowie zwei Punkte. In diese Punkte werden Anfangs- und Endpunkt der Basiskurve versetzt, alle dazwischenliegenden Punkte der Basiskurve werden interpoliert.

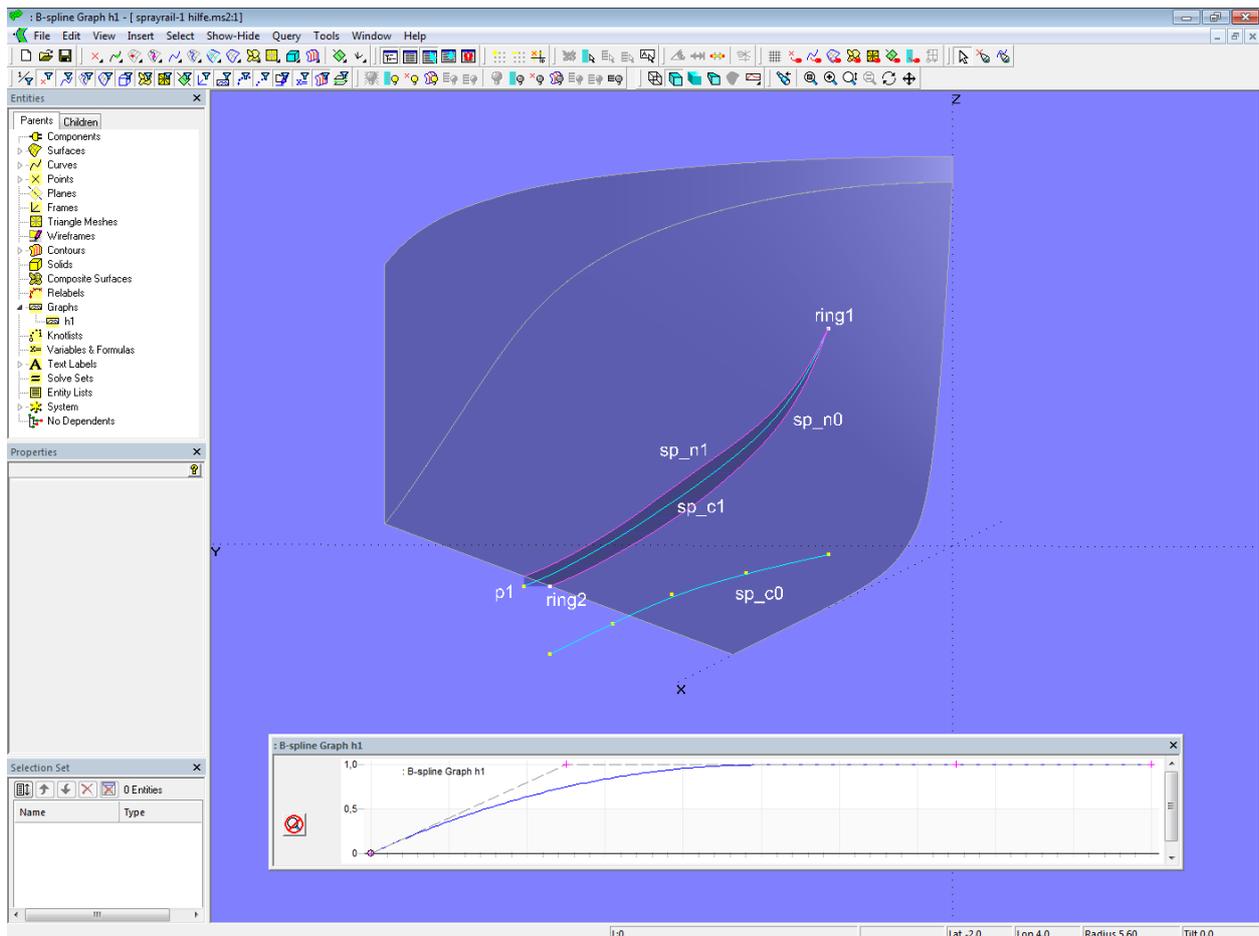
Mit einem Graph kann man die Interpolation dieser Zwischenpunkte beeinflussen, um zum Beispiel den hinteren Punkt stärker zu gewichten als den vorderen.



Modell *sprayrail-1.ms2* – Konstruktion einer Spritzleiste mit Relative Curve

Ausgangspunkt für die Innenkante der Spritzleiste ist die B-spline Curve *sp\_c0*. Sie liegt in der XY-Ebene und wird als Projected Snake *sp\_n0* auf den Boden des Rumpfes projiziert. Im Anfangspunkt ( $t = 0$ ) von *sp\_n0* liegt der Ring *ring1*, im Endpunkt ( $t = 1$ ) der Ring *ring2*. In Y-Richtung versetzt zu *ring2* ist Point *p1*; er bestimmt die Breite der Spritzleiste.

Die Aussenkante der Bodenfläche der Spritzleiste wird durch die Relative Curve *sp\_c1* gebildet. Eltern sind als Curve die Snake *sp\_n0*, als Point1 der Ring *ring1*, als Point2 der Point *p1* sowie der B-spline Graph *h1*.



Modell sprayrail-1.ms2 – mit einem B-spline Graph kann der Verlauf einer Relative Curve modifiziert werden.

Der B-spline Graph **h1** hat 4 Werte, der Anfangswert ist Null, die anderen Werte sind gleich 1. Dies bewirkt, daß nur am Anfang der Relative Curve der Punkt **ring1** eine Rolle spielt, dann ab einer gewissen Distanz nur noch der Point **p1**. Der Verlauf des B-spline Graph läßt sich mit Hilfe der Funktion View/ Display/ Profile/ Graph anzeigen.

Für die Seite der Spritzleiste wird die Relative Curve **sp\_c1** senkrecht zur XY-Ebene auf den Boden projiziert (Projected Snake **sp\_n1**). Mit den 3 Masterkurven **sp\_n1**, **sp\_c1** und **sp\_n0** wird abschließend die B-spline Lofted Surface **sprayrail** erzeugt.

Der Vorteil dieser Konstruktion ist die Einfachheit. Aber man muß etwas mit der Anzahl der Werte gleich 1 für den B-spline Graph **h1** experimentieren, um den Bereich mit konstanter Breite für die Spritzleiste festzulegen.

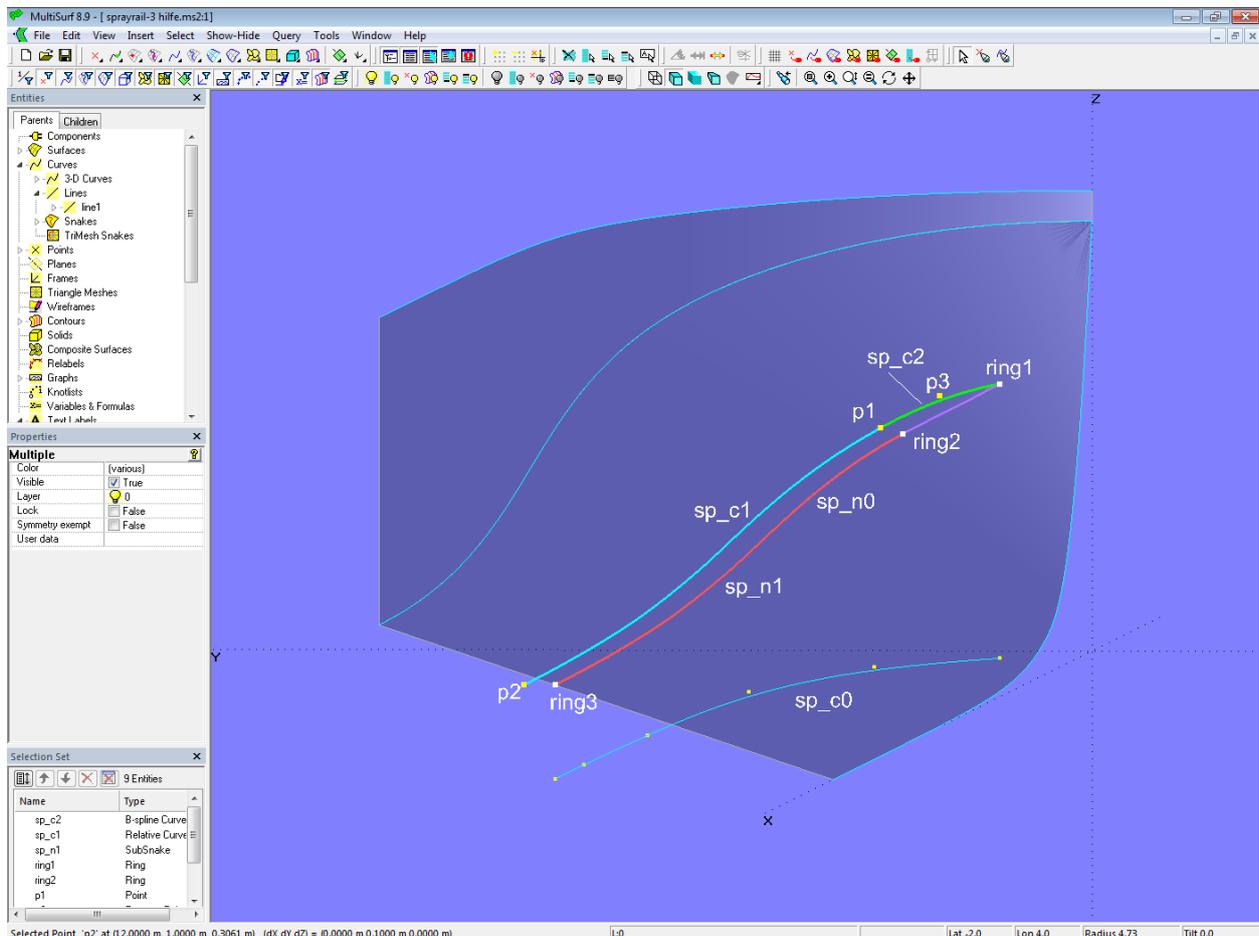
## Modell sprayrail-2.ms2

Ganz analog zum Objekt PolyCurve gibt es das Objekt PolyGraph. Es setzt sich aus mehreren B-spline Graphen zusammen. Im Modell *sprayrail-2.ms2* kontrolliert der B-spline Graph **h1** die Zunahme der Spritzleiste von Null bis zur maximalen Breite. Der B-spline Graph **h2** bewirkt, dass die Breite konstant bleibt. Der PolyGraph **h3** bindet beide zusammen. Zunahme und konstante Breite muß so nicht mit einem einzigen Graph geregelt werden, was es übersichtlicher macht. Außerdem hat der PolyGraph noch den Vorteil, dass man über seine end t-values festlegen kann, über welche Distanz die einzelnen Graphen jeweils bestimmend sind. Im Beispielmmodell übernimmt ab  $t = 0.25$  der B-spline Graph **h2**, die Relative Curve ist also ab 25% der Basiskurve zu ihr parallel und damit die Breite der Spritzleiste konstant.

## Modell sprayrail-3.ms2

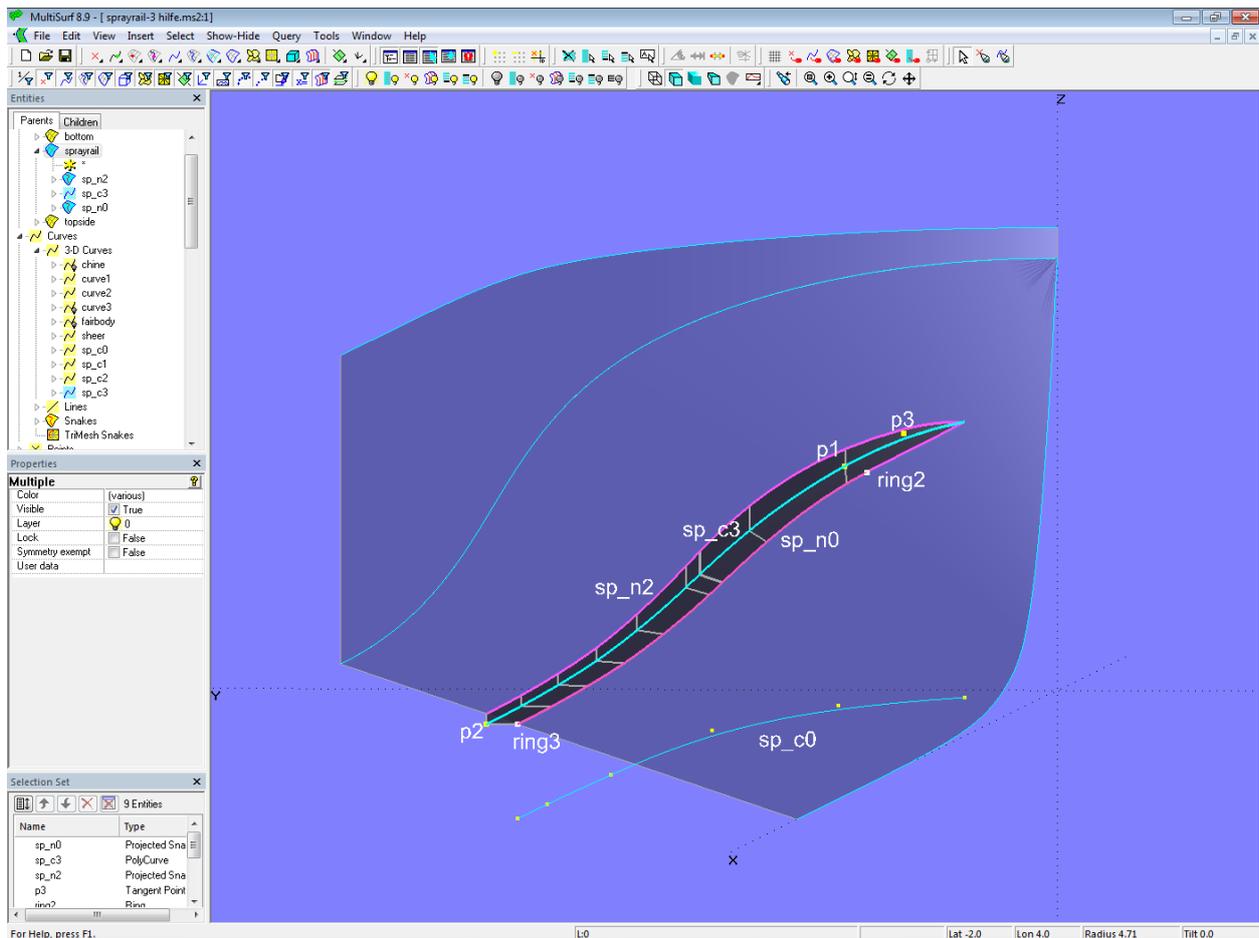
Modell *sprayrail-3.ms2* zeigt ein Beispiel, wie man eine Spritzleiste modellieren kann, die mit einem etwas weniger spitzen Frontteil beginnt, nach einer gewissen Distanz eine maximale Breite erreicht, und die dann bis zum Heck konstant bleibt.

Ausgangspunkt für die Innenkante der Spritzleiste ist wiederum die B-spline Curve *sp\_c0* in der XY-Ebene. Sie wird als Projected Snake *sp\_n0* auf den Boden projiziert. In Anfangspunkt ( $t = 0$ ) von *sp\_n0* liegt der Ring *ring1*, im Endpunkt ( $t = 1$ ) der Ring *ring3*. Die Länge des Vorderteils der Spritzkante bestimmt Ring *ring2*, den anschließenden Hauptteil zwischen *ring2* und *ring3* definiert die SubSnake *sp\_n1*. Diese ist die Basiskurve für die Relative Curve *sp\_c1*. Die beiden Points *p1* und *p2* (relativ zu *ring2* und *ring3*) legen mit ihren *dy*- und *dz*-Koordinatenwerten die Anfangs- und Endbreite sowie die seitliche Neigung des Hauptteils der Spritzleiste fest.



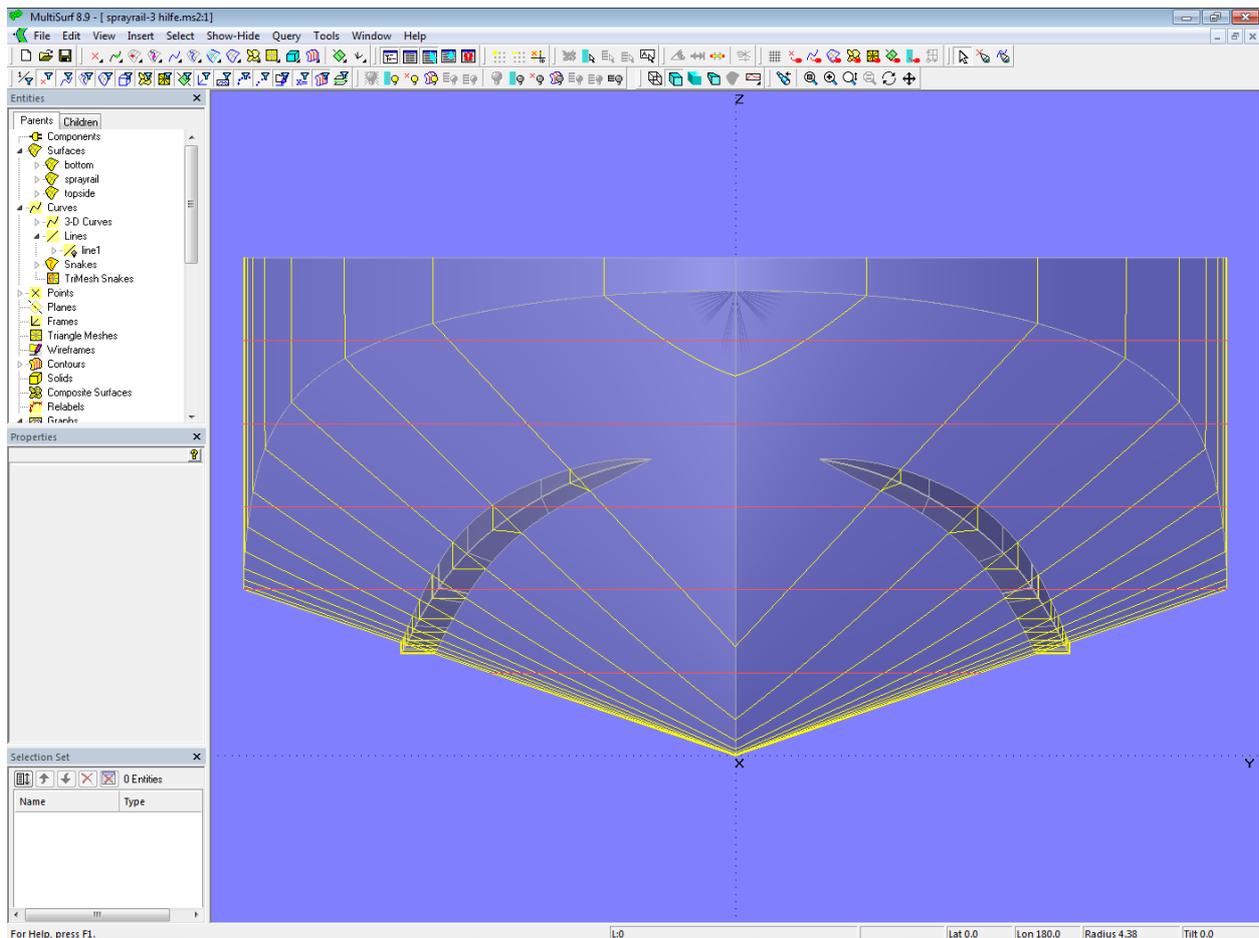
Modell *sprayrail-3.ms2* – Spritzleiste mit völligem Frontteil

Die B-spline Curve *sp\_c2* kontrolliert die Zunahme der Breite im Vorderteil. Der Tangent Point *p3* stellt sicher, dass *sp\_c2* ohne Knick an die Relative Curve *sp\_c1* anschließt. Beide Kurven werden als PolyCurve *sp\_c3* zusammengefasst, die dann ihrerseits vertikal als Projected Snake *sp\_n2* auf den Boden projiziert wird.



Modell sprayrail-3.ms2 – Spritzleiste mit völligem Frontteil

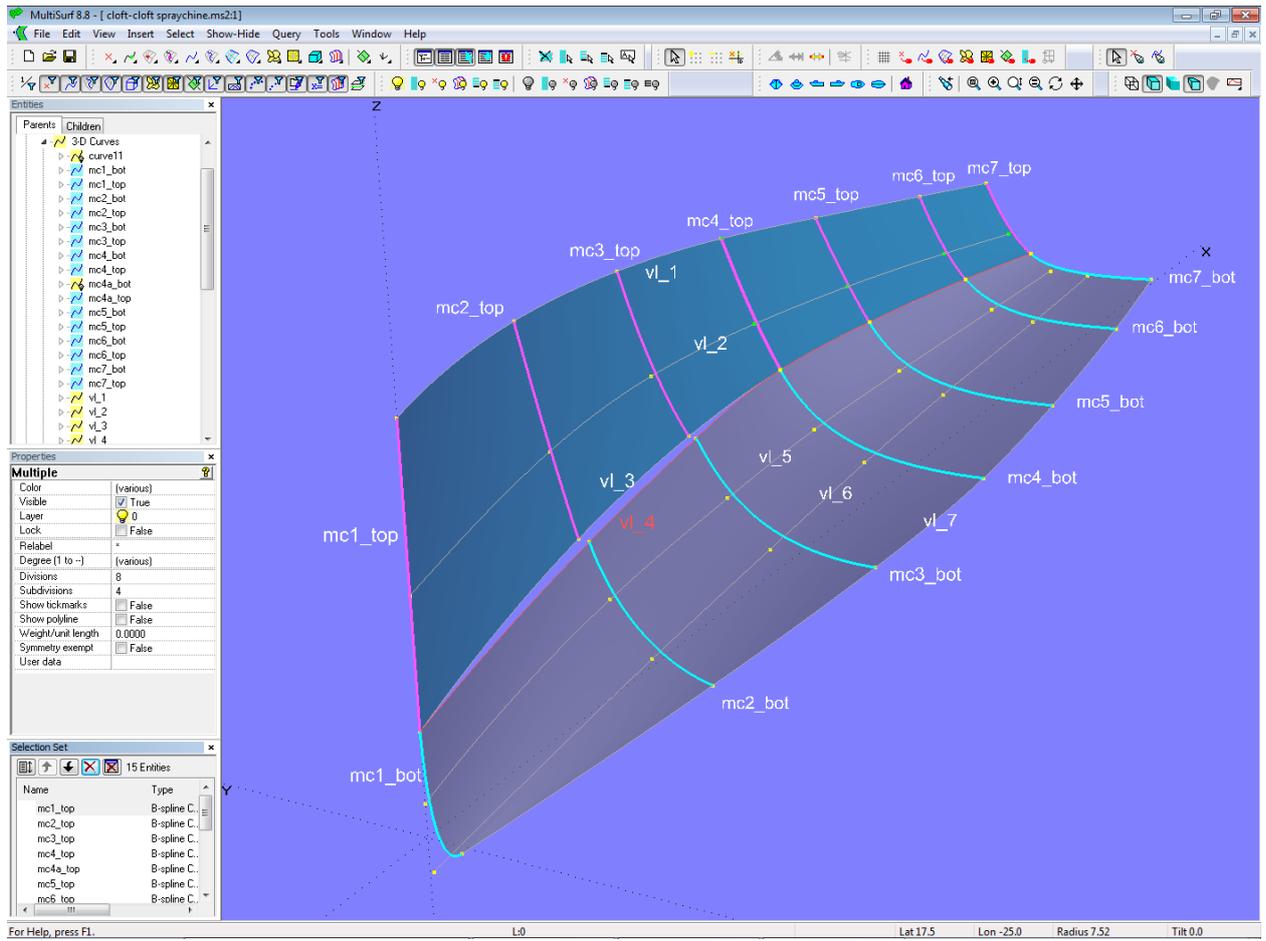
Mit den 3 Masterkurven **sp\_n0**, **sp\_c3** und **sp\_n2** wird abschließend die B-spline Lofted Surface **sprayrail** erzeugt.



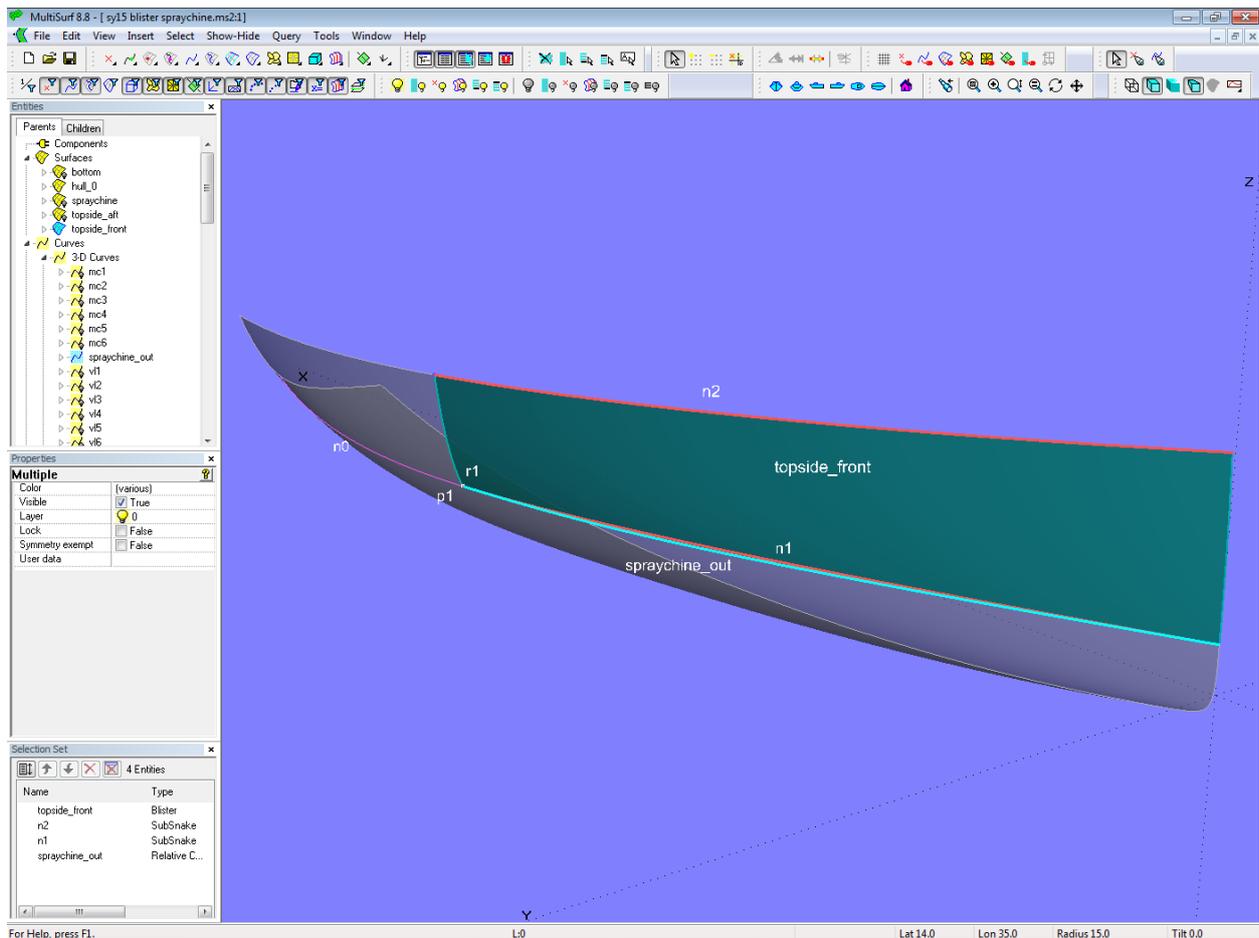
Modell sprayrail-3.ms2 -- Spritzleiste mit völligem Frontteil

## 1.8 Auslaufende Spritzkante

Im Tutorium 12 „Auslaufende Spritzkante“ wird ausführlich über verschiedene Methoden berichtet, wie man eine Spritzkante modellieren kann, die sich nur über einen Teilbereich des Rumpfes erstreckt.



Modell cloft-cloft-sprachine.ms2 – Anordnung der Masterkurven und der Hilfskurven für den Strak der beiden C-spline Lofted Surfaces Seite und Boden (Tutorium 12)



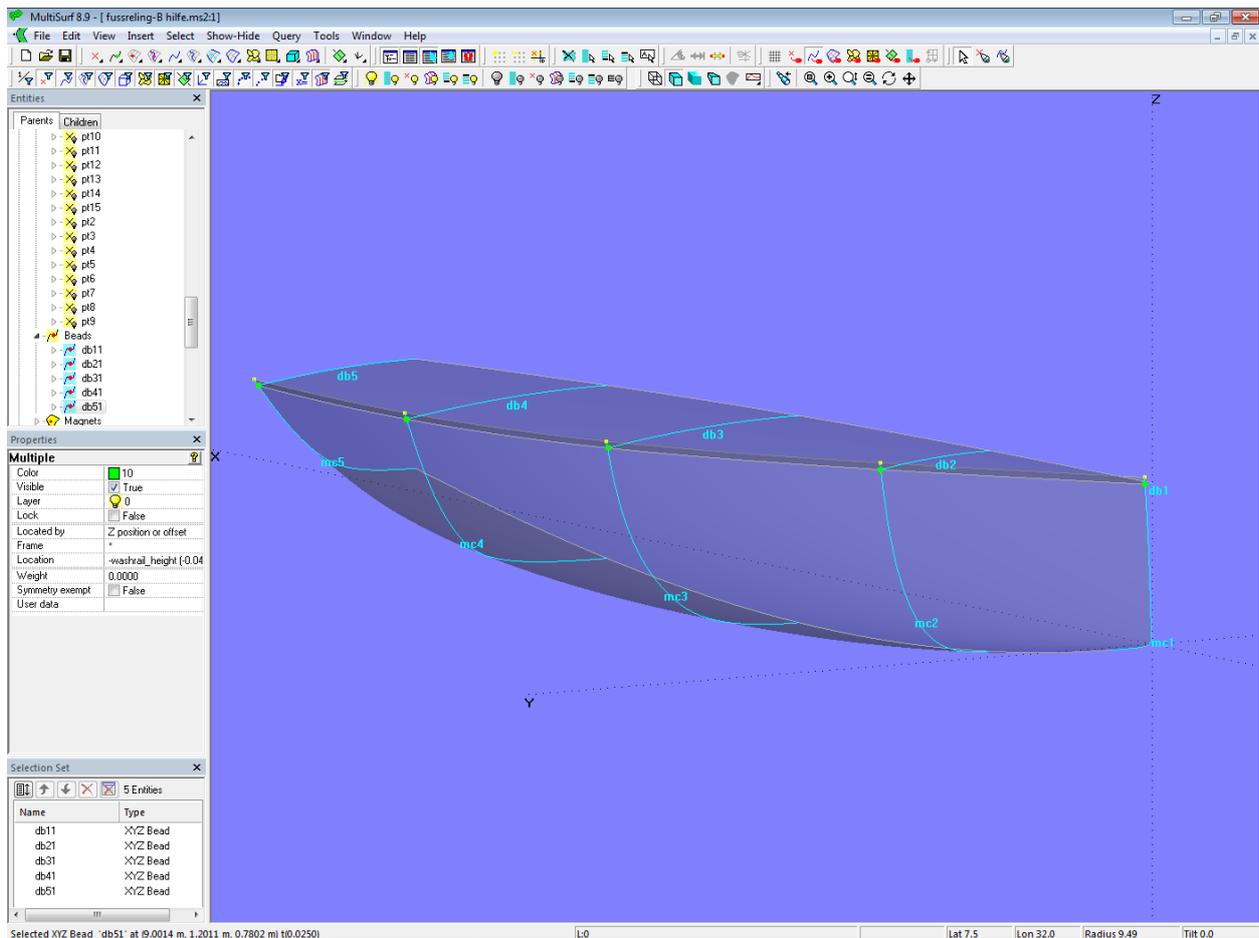
Modell blister-spraychine.ms2 – Blister-Fläche `topside_front` (Tutorium 12)

## 1.9 Fußreling

Modell `washrail.ms2` demonstriert, wie sich bei einem Bootsrumpf aus Metall eine Fußreling modellieren läßt. Entwurfsforderung ist konstante Breite der Oberseite, die Innenseite soll senkrecht zum Deck stehen.

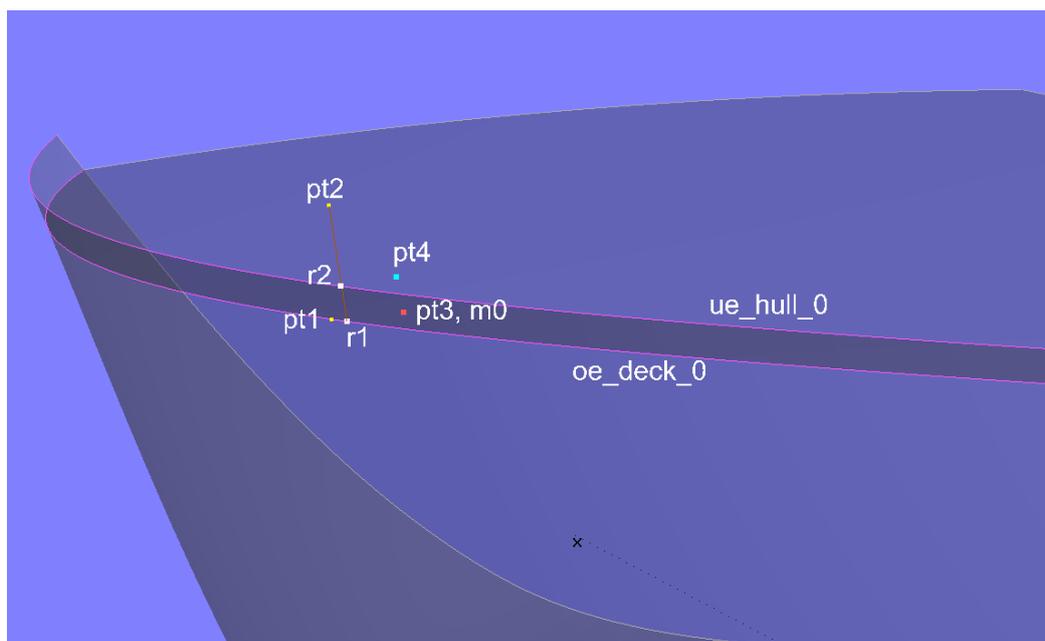
Ausgangspunkt ist die Rumpffläche `hull_0` vom Typ C-spline Lofted Surface (5 Mcs mit je 5 Cps). Die Decksfläche `deck_0` ist ebenfalls eine C-spline Lofted Surfaces mit gleicher Anzahl Masterkurven. Bei jeder Deck-Masterkurve liegt der erste Cp als XYZBead auf der korrespondierenden Rumpf-Mc, und zwar um die Höhe der Fußreling unter dem ersten Cp der Rumpf-Mc. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass man beim Entwurf den fertigen Freibord sieht, das heißt, die Rumpfoberkante ist gleich der Oberkante der Fußreling, der Rumpf wird nicht um die Fußreling höher.

Das Maß, um das der erste Cp der Decks-Mcs unter Oberkante Rumpf liegt, wird durch die Variable `washrail_height` bestimmt. So kann man zum einen die Höhe der Fußreling rasch ändern. Zum anderen bleibt die Höhe gleich, wenn die Oberkante des Rumpfes geändert wird.



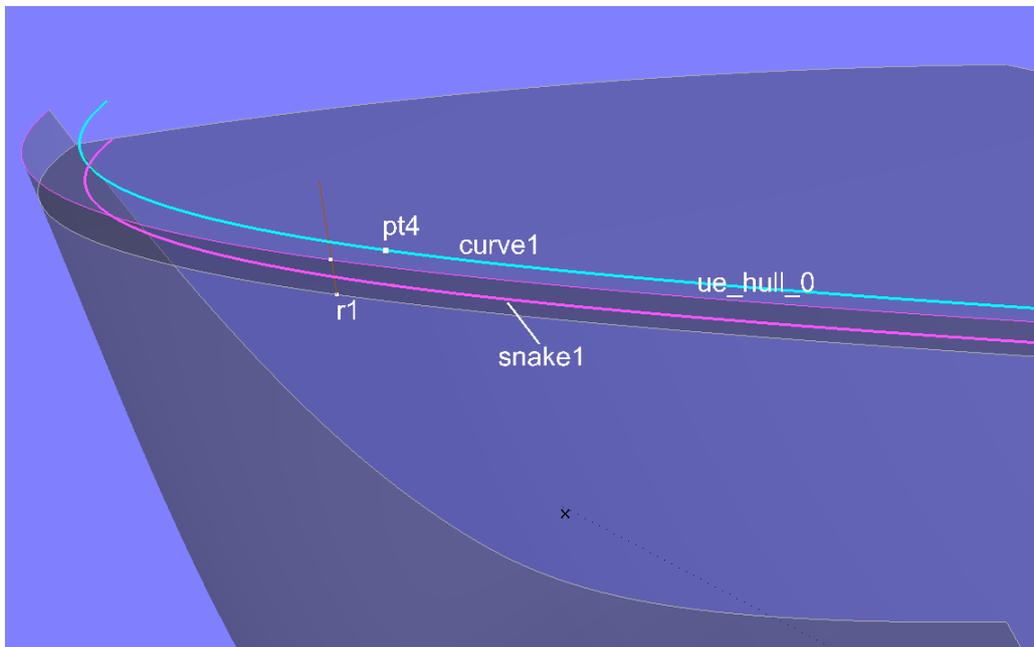
Modell washrail.ms2 – Aussenkante Deck liegt um die Höhe der Fußreling unter Oberkante Rumpf. Der erste Cp jeder Deck-Mc ist ein Bead auf der korrespondierenden Rumpf-Mc.

Zunächst wird entlang der Aussenkante der Basisfläche des Decks (C-spline Lofted Surface `deck_0`) die EdgeSnake `oe_deck_0` erzeugt. Auf ihr liegt der Ring `r1`, von dem seinerseits der Tangent Point `pt1` und der Offset Point `pt2` abhängen. Die Line `l0` verbindet `r1` und `pt2`. Um diese Line wird `pt1` um 90° gedreht (Rotated Point `pt3`), dieser dann auf das Deck projiziert als Projected Magnet `m0`.



Modell washrail.ms2 – Definition eines Kurvenpunktes für die prozedurale Konstruktion der Innenkante der Fußreling

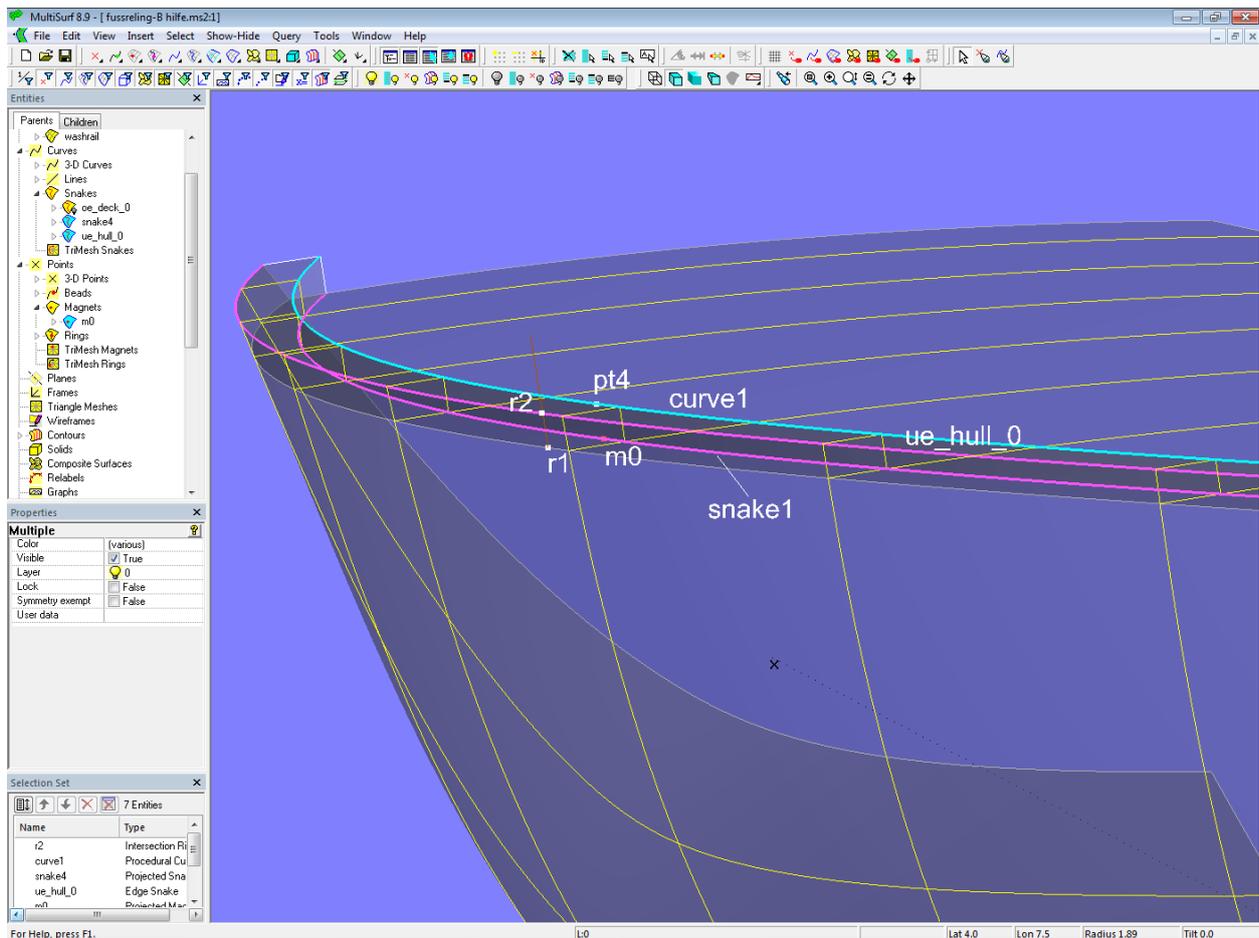
An der Position von Ring **r1** wird dann die Oberkante des Rumpfes (EdgeSnake **ue\_hull\_0**) geschnitten im XYZRing **r2**. Mit den so erzeugten drei Punkten **r1**, **m0** und **r2** ist der Punkt **pt4** definiert als Copy Point.



Modell washrail.ms2 – Konstruktion der Innenkante der Fußreling als Procedural Curve

Diese Konstruktion des Punktes **pt4** wird nun für alle Positionen des Rings **r1** wiederholt durch die Procedural Curve **curve1**. **Snake1** ist deren Projektion senkrecht auf die Deckfläche.

Die Fußreling **washrail** wird erzeugt als B-spline Lofted Surface mit den drei längslaufenden Kurven **ue\_hull\_0**, **curve1** und **snake1**.

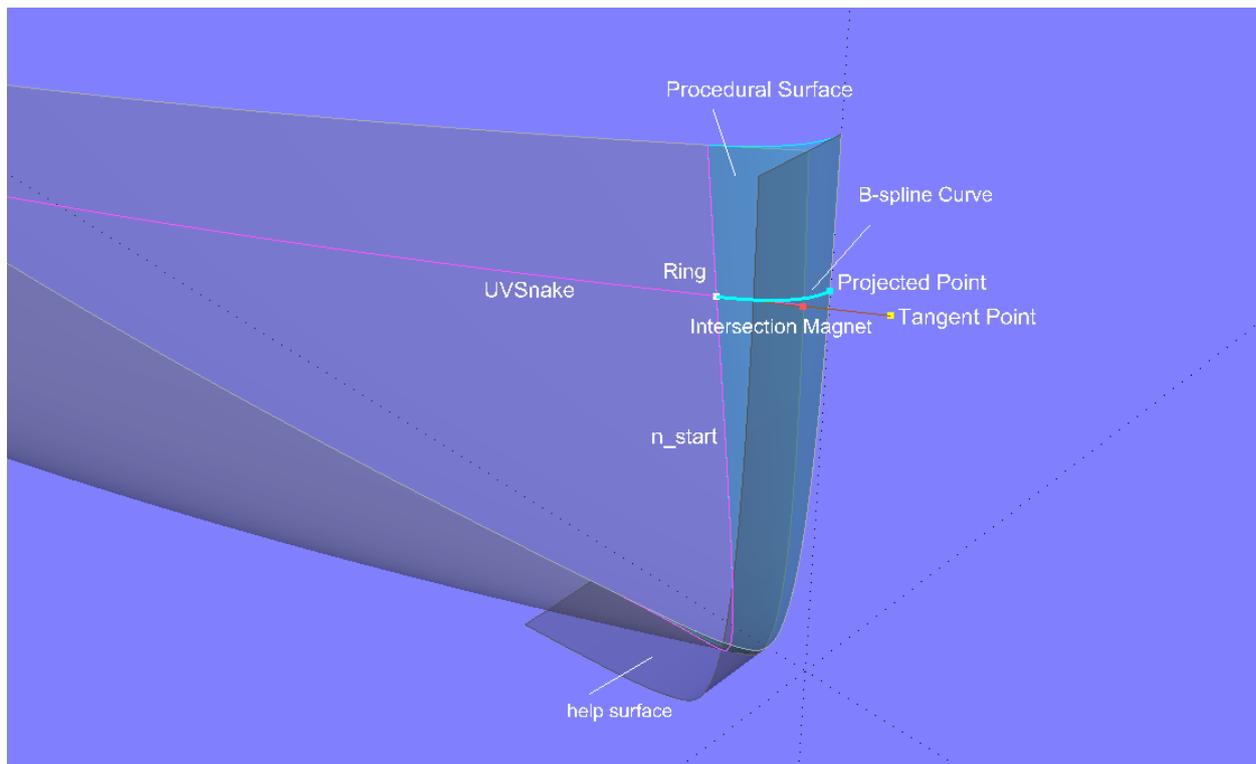


Modell washrail.ms2

## 2 Abrundungen

### 2.1 Bugrundung

Im Tutorium 8 "On the rounding of bows, sterns, sharp waterlines and on the attachment of keels" werden verschiedene Konstruktionen für Bugrundungen vorgestellt. Die vom Autor bevorzugte Methode soll nun an Hand des Modell *tangent\_bowround-2.ms2* gezeigt werden.



Modell *tangent\_bowround-2.ms2* – tangential anschließende Bugrundung mit einer Procedural Surface

Auf der Snake *n\_start*, die den Beginn der Bugrundungsfläche bestimmt, befindet sich der Ring *ring1* als Support einer in Längsrichtung verlaufenden UVSnake. Die Tangente an der Position von *ring1* wird dann mit Hilfe des Tangent Points *pt3* auf dieser Snake erzeugt. Die Linie von *ring1* nach *pt3* schneidet die Vorstevenhilfsfläche (zur Mittschiffsebene senkrechtstehend) im Intersection Magnet *m3*. Dieser Intersection Magnet wird dann als Projected Point *pt4* auf die Mittschiffsebene projiziert. Die Punkte *ring1*, *m3* und *pt4* sind jetzt die Eltern der B-spline Curve *curve1*. Schließlich wird die Konstruktion dieser Kurve durch eine Procedural Surface für alle Positionen von *ring1* wiederholt. Das heißt, die sich bewegende Kurve der Procedural Surface ist *curve1*, der Antriebspunkt ist *ring1*.

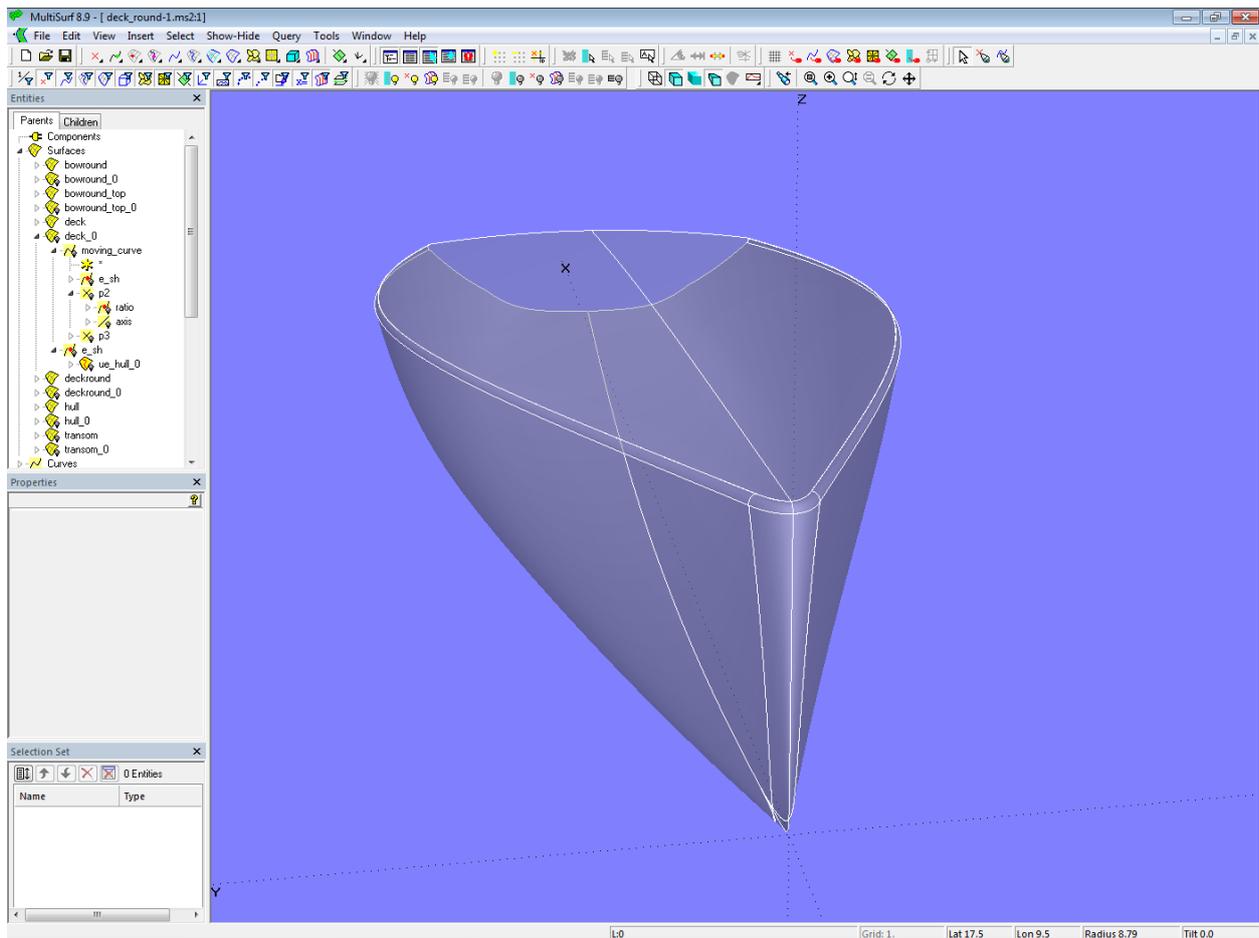
#### Hinweis:

Es ist wichtig, dass die Tangente die Hilfsfläche schneidet (Intersection Magnet *m3*). Schneidet die Hilfsfläche die Tangente in einem Intersection Bead und verwendet man diesen als Eltern für *pt4* und *curve1*, nimmt die Berechnung der Bugrundungsfläche mehr Zeit in Anspruch.

## 2.2 Deckrundung 1

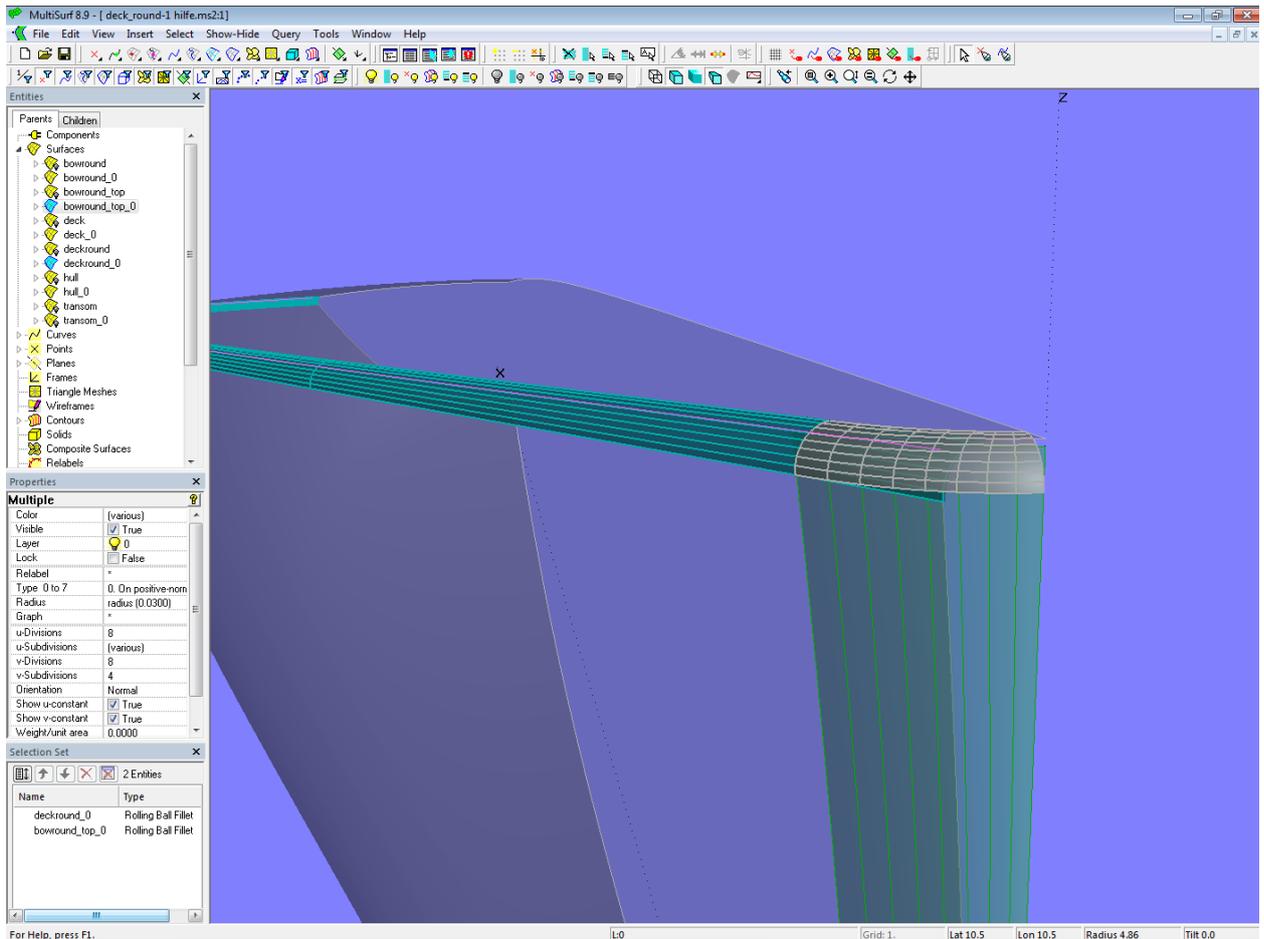
### Rolling Ball Fillet

Modell *deck\_round-1.ms2* demonstriert, wie die Kante zwischen Deck und Rumpf mit Hilfe von Flächen vom Typ Rolling Ball Fillet abgerundet werden kann.



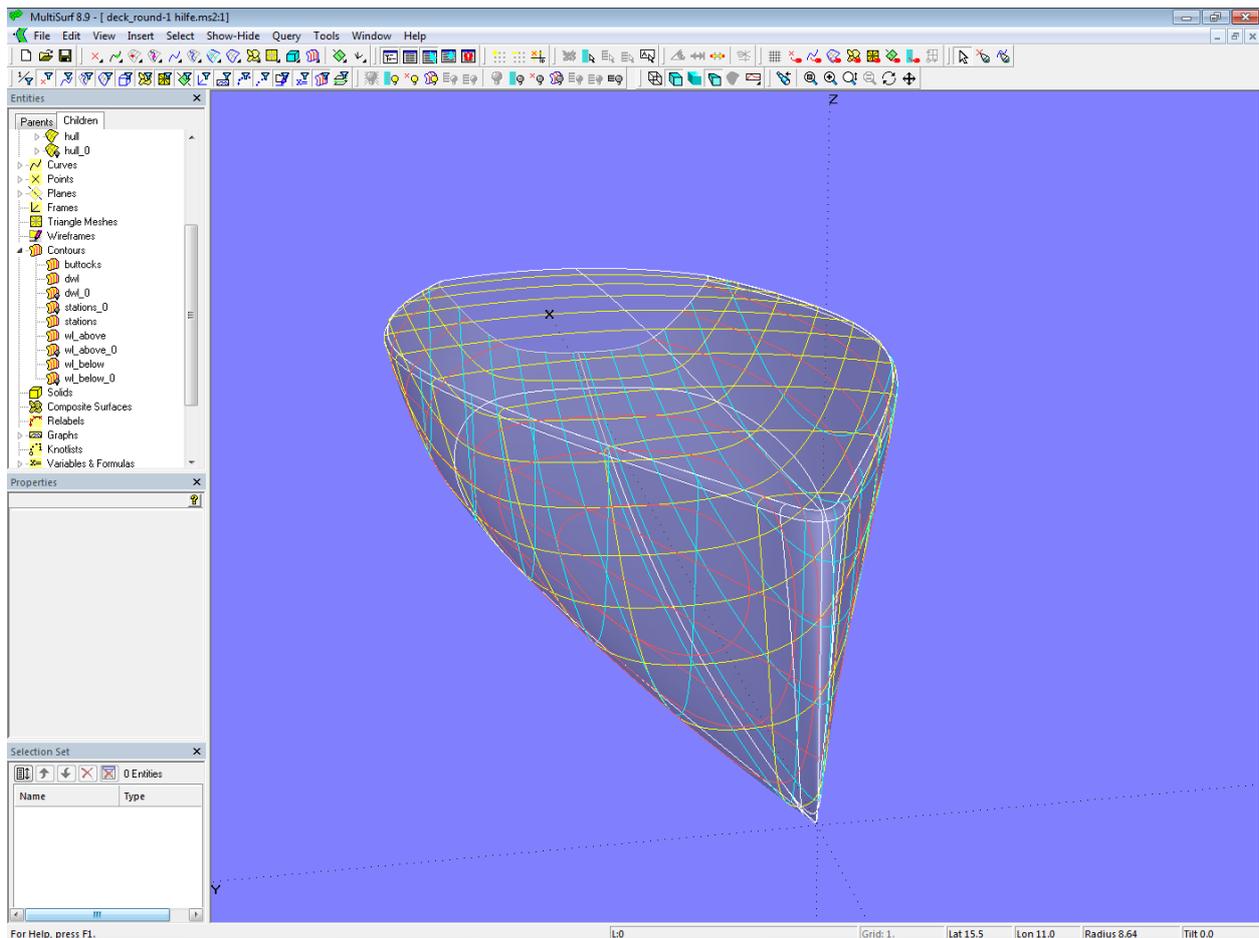
Modell deck\_round-1.ms2 – Abrundung zwischen Rumpf und Deck mit Rolling Ball Fillets

Ausgangspunkt sind die Basisflächen **hull\_0** und **deck\_0**, die entlang der Oberkante Rumpf aneinander anschließen, sowie die Abrundung des Vorstevens **bowround\_0**. Die Rundung zwischen Rumpf und Deck erfolgt durch das Rolling Ball Fillet **deckround\_0**, die Rundung zwischen Vorstevens und Deck durch das Rolling Ball Fillet **bowround\_top\_0**. Die Variable **radius** bestimmt die Größe beider Abrundungen.



Modell deck\_round-1.ms2 – Abrundung zwischen Rumpf und Deck mit Rolling Ball Fillets

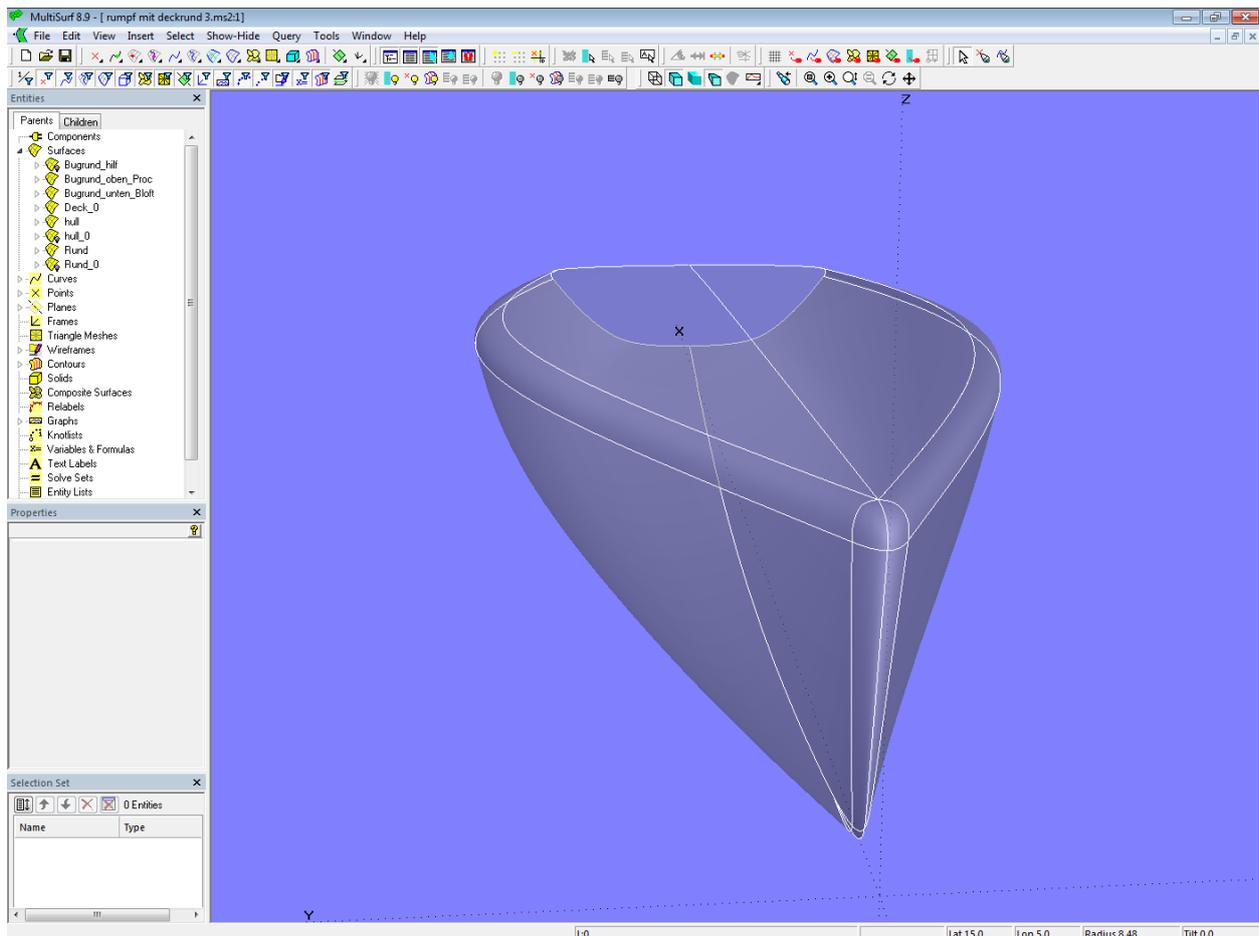
Um die nicht überdeckten Flächenteile zu erhalten, werden Rumpf, Deck und Bugrundung abschließend an den Rundungsflächen abgeschnitten (SubSurface **hull**, Trimmed Surface **deck**, Trimmed Surface **bowround**).



Modell *deck\_round-1.ms2* – Abrundung zwischen Rumpf und Deck mit Rolling Ball Fillets

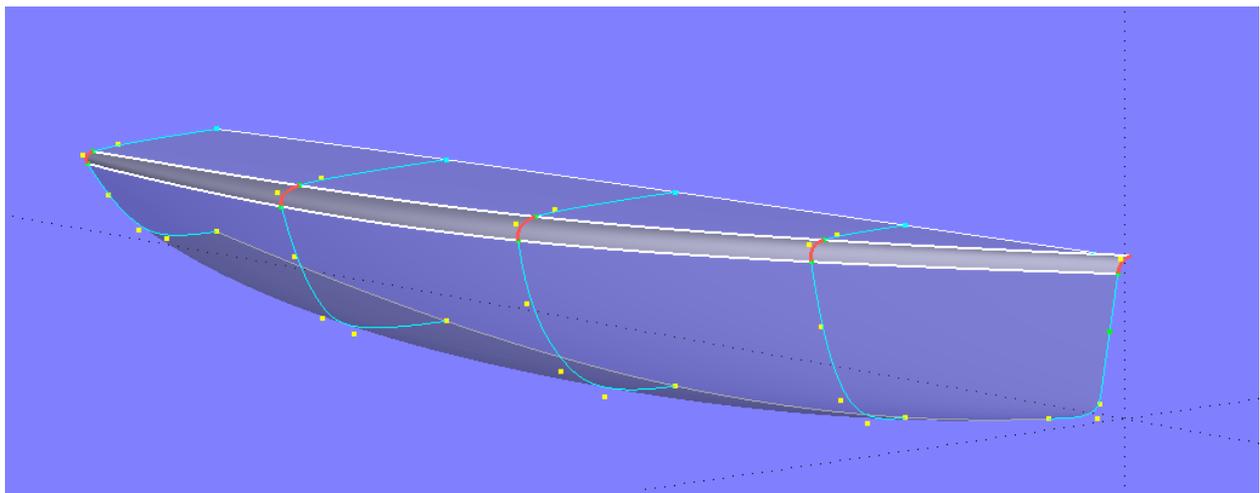
## 2.3 Deckrundung 2

Während in Modell *deck\_round-1.ms2* die Abrundung zwischen Rumpf und Deck mit einem relativ kleinen Radius erfolgt, der über der Länge konstant ist, ist im Modell *deck\_round-2.ms2* die Rundung zwischen Rumpf und Deck eine Freiformfläche.



Modell deck\_round-2.ms2 - große Deckrundung

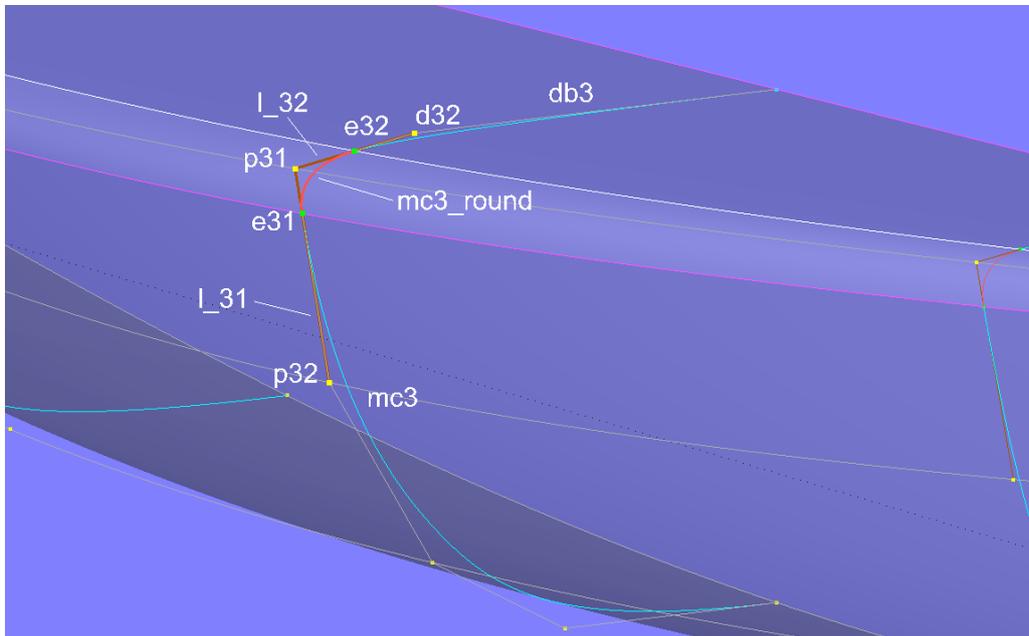
Die Basisflächen von Rumpf und Deck (**hull\_0**; **deck**) sind C-spline Lofted Surfaces mit je 5 B-spline-Masterkurven. Auch für die Basisfläche der Abrundung zwischen Rumpf und Deck (**deckround\_0**) wird dieser Flächentyp verwendet.



Modell deck\_round-2.ms2 – Basisflächen von Rumpf, Deck und Abrundung als C-spline Lofted Surfaces

Die Mcs der Abrundung werden mit je 3 Kontrollpunkten bestimmt. Dabei ist Cp1 ein Bead auf der Verbindungslinie zwischen dem ersten Kontrollpunkt der Rumpf-Mc und dem 2. Kontrollpunkt der Decks-Mc. Und Cp3 ist ein Bead auf der Verbindungslinie zwischen dem ersten und dem 2. Kontrollpunkt der Rumpf-Mc. Auf diese Weise wird der tangentielle Anschluß der Abrundungs-Mc sowohl zur Rumpf- wie auch zur Decks-Mc hergestellt.

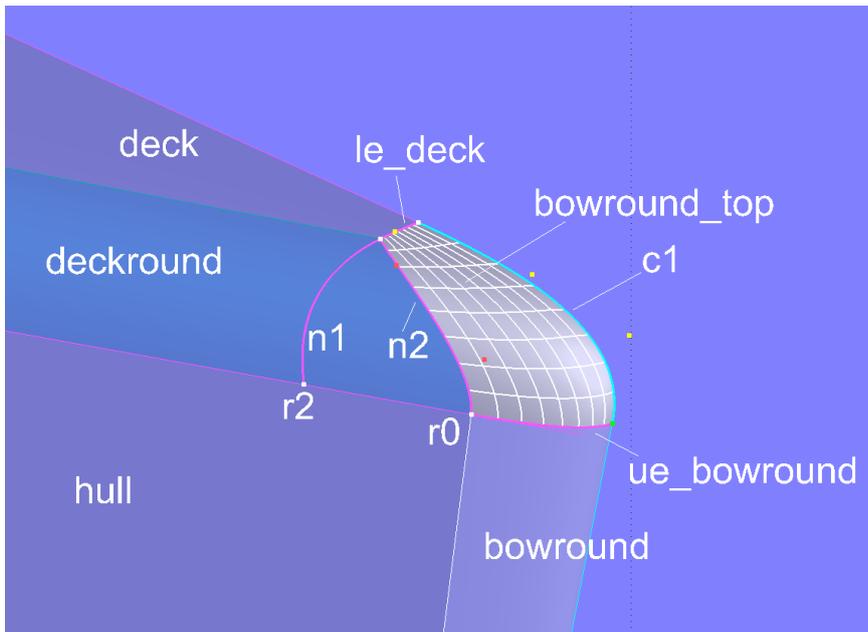
Als Beispiel sei Masterkurve 3 betrachtet. Die B-spline Curve **mc3\_round** wird definiert mit dem Bead **e31**, dem Point **p31** sowie dem Bead **e32**. **e31** liegt auf der Line **l\_31**, die Point **p31** und **p32** (Cp1 und Cp2 der Rumpf-Mc) verbindet. Der Bead **e32** wiederum liegt auf der Line **l\_32** zwischen Point **p31** und Point **d32**, dem Cp2 der Decks-Mc.



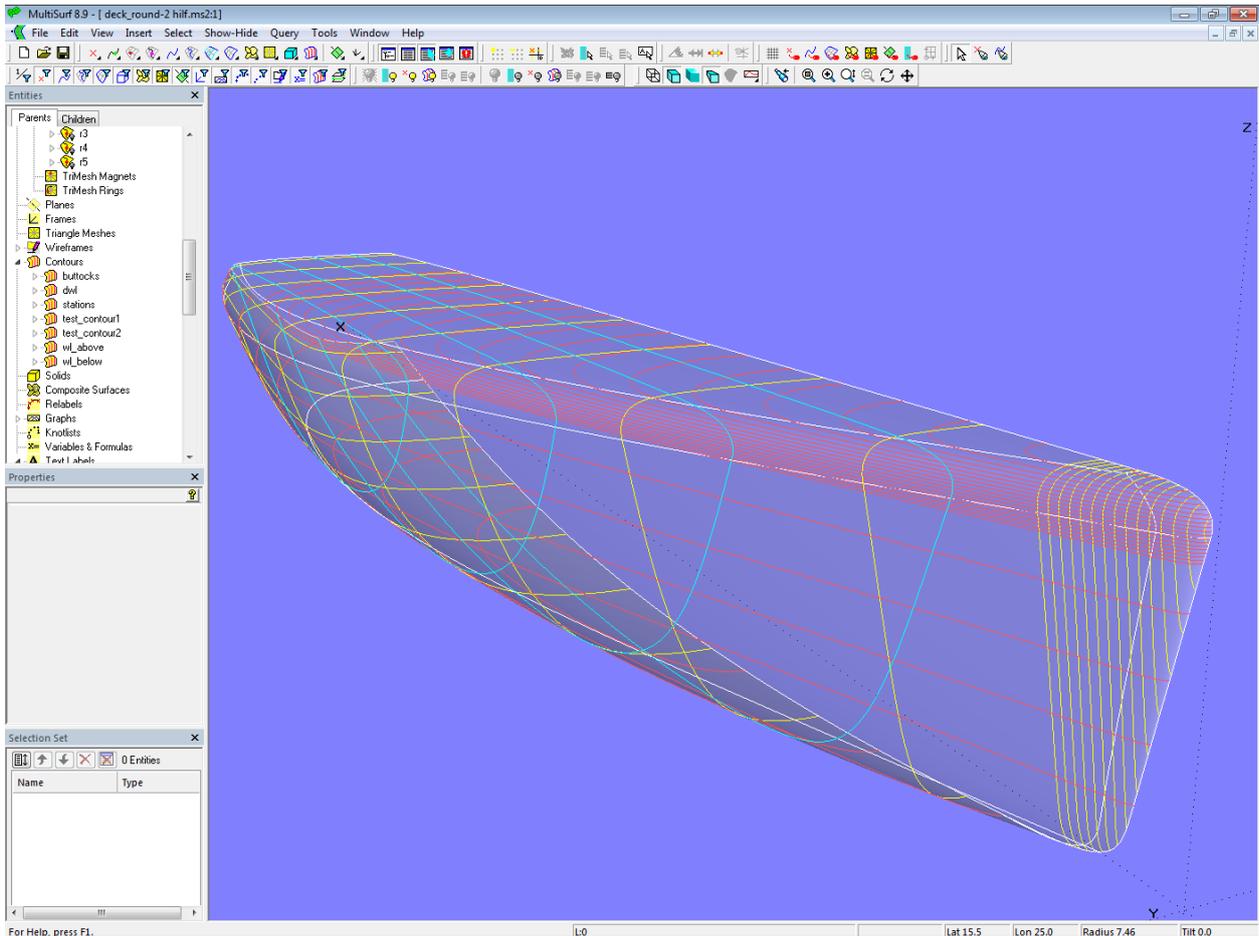
Modell deck\_round-2.ms2 – tangentialer Anschluß der Abrundungs-Mc an die Mcs von Rumpf und Deck

Die Rundung des Rumpfes am Bug ist herkömmlich mit der B-spline Lofted Surface bowround ausgeführt. Kontrollkurven (Eltern) sind die Snake n0 auf dem Rumpf, die den Beginn der Abrundung bestimmt, die erste Kontrollkurve des Rumpfes mc1 und dessen Projektion auf die Mittschiffsebene, die Projected Curve c0.

Die Abrundung bowround\_top, die den Übergang zwischen Bugrundung (bowround), Deck (deck) und Rumpf-Deck-Rundung (deckround\_0) herstellt, ist eine Tangent Boundary Surface. Ihre Definition benötigt 4 Kurven. Curve1 ist die EdgeSnake le\_deck entlang der Vorderkante des Decks (deck), curve2 ist die B-spline Curve c1 auf der Mittschiffsebene, die mit Hilfe von 2 Tangent Points tangential zu Mitte Deck sowie zu Mitte Bugrundung verläuft. Curve3 ist die EdgeSnake ue\_bowround, die Oberkante der Bugrundungsfläche bowround, curve4 ist die B-spline Snake n2, die den Einlauf von bowround\_top in die Rumpf-Deck-Rundung deckround\_0 festlegt. Durch Vorgabe entsprechender Randbedingungen verläuft die Tangent Boundary Surface bowround\_top tangential zur Bugrundung, zur Rumpf-Deck-Rundung und zum Deck sowie normal zur Mittschiffsebene.



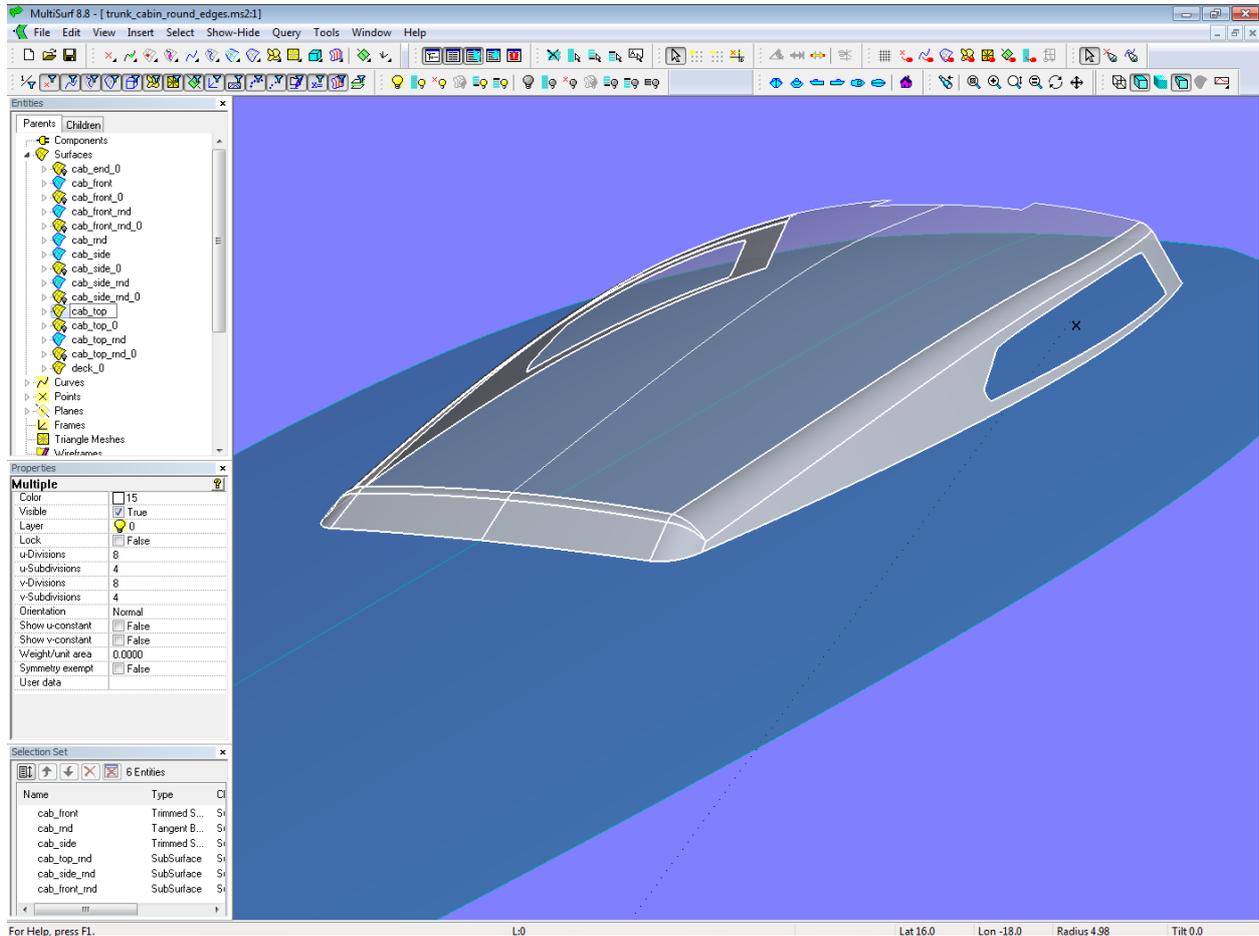
Modell deck\_round-2.ms2 – die Tangent Boundary Surface bowround\_top ist tangential zu den angrenzenden Flächen sowie normal zur Mittschiffsebene.



Modell deck\_round-2.ms2

## 2.4 Abgerundete Aufbaukanten

Mit dem Flächentyp Rolling Ball Fillet lassen sich auch die Kanten entlang des Aufbaudachs abrunden. Tutorium 13 „Decks und Aufbauten“ zeigt Beispiele.

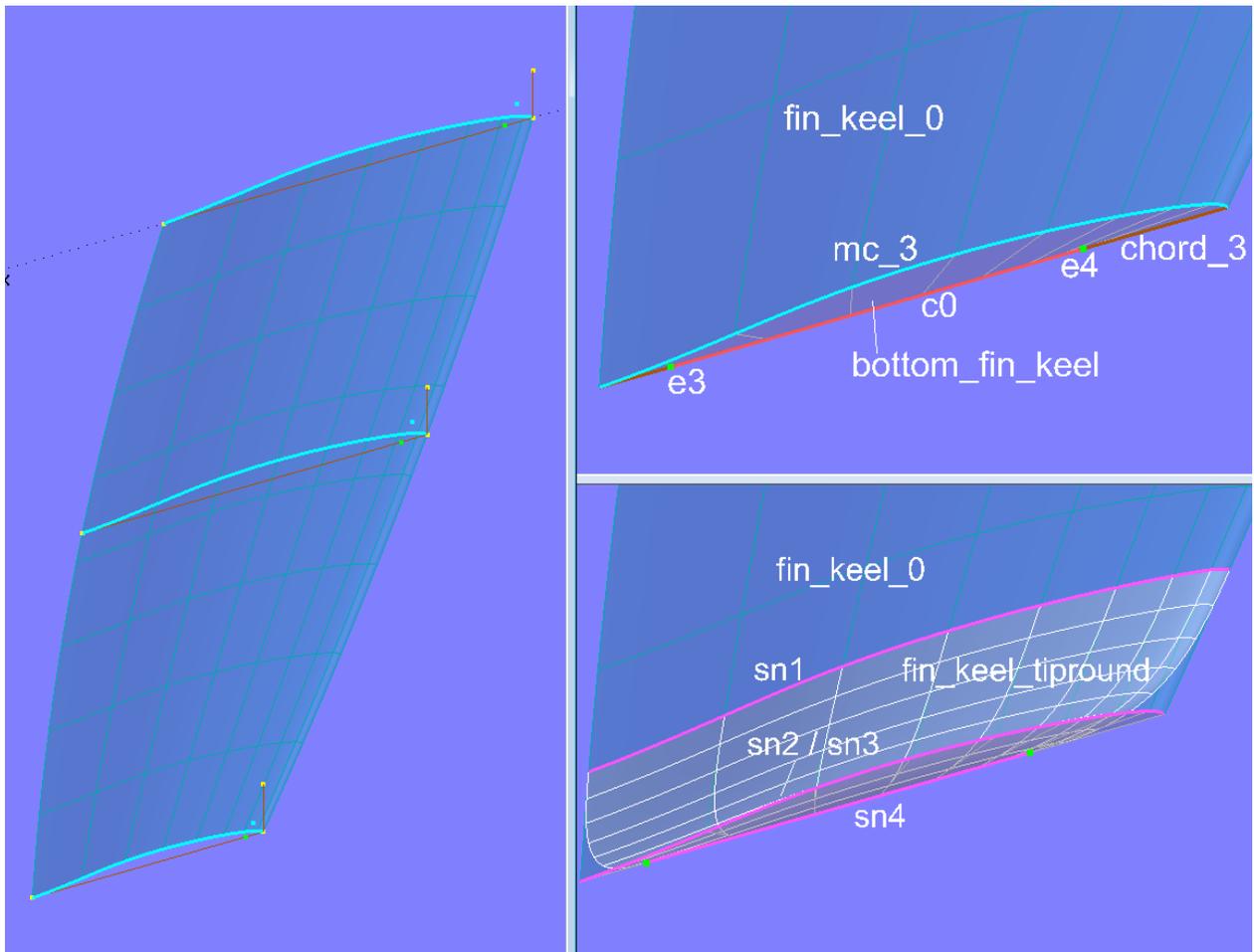


Modell *trunk\_cabin\_round\_edges.ms2* – Abrundung der Aufbaukanten mit Rolling Ball Fillets (Tutorium 13)

## 2.5 Abrundung Randbogen Kielflosse

Der Randbogen einer Kielflosse soll abgerundet werden. Modell *fin\_keeel\_tipround.ms2* zeigt, wie für diese Aufgabe eine Blend Surface eingesetzt werden kann. Mit einer Blend Surface kann eine glatte Übergangfläche zwischen zwei Flächen erzeugt werden.

Die Basisfläche der Kielflosse ist die C-spline Lofted Surface *fin\_keeel\_0*, die über 3 Masterkurven vom Typ Foil Curve aufgespannt wird.



Modell *fin\_keeel\_tipround.ms2* – Abrundung des Randbogens mit einer Blend Surface

Die gerade Kielsohle *bottom\_fin\_keeel* ist eine Ruled Surface, aufgespannt zwischen der unteren Kiel-Mc *mc\_3* und der SubCurve *c0*. Deren beiden Beads *e3* und *e4* begrenzen dieses Teilstück der Profelsehne *chord\_3*.

Eine Blend Surface benötigt 4 Supports, zwei Snakes auf Fläche 1 und zwei Snakes auf Fläche 2. Den Beginn der Blend Surface *fin\_keeel\_tipround* bestimmt die Snake *sn1*. Im Beispiel ist dies eine einfache Line Snake zwischen je einem Ring auf der Kielhinterkante und Kielvorderkante. Entlang der Unterkante der Kielflosse verläuft die EdgeSnake *sn2*. Entlang der Aussenkante der Kielsohlenfläche *bottom\_fin\_keeel* verläuft die EdgeSnake *sn3*, entlang ihrer Innenkante die EdgeSnake *sn4*. Damit sind für die Abrundung die erforderlichen Snakes auf den beiden Flächen bestimmt.

Mit den beiden Beads *e3* und *e4* kann die Abrundung in den Ecken verändert werden. Um nur den Umriss vorne abzurunden, verschiebt man *e3* an das hintere Ende der Profelsehne *chord\_3*.

**Hinweis:**

SubCurve *c0* ist mit dem Relabel-Objekt *label* definiert.

Warum?

Die Geschwindigkeit einer Kurve ist die Änderungsrate der Entfernung (Bogenlänge) entlang der Kurve in Bezug auf die Änderung des t-Parameters. Beispielsweise ist ohne Relabel bei einer Line oder einem Arc die Geschwindigkeit konstant - gleiche t-Intervalle haben genau gleiche Bogenlängen. Bei einer B-spline Curve hängt die Geschwindigkeit jedoch vom Abstand zwischen den Kontrollpunkten ab. Sie ist in Regionen niedrig, in denen zwei oder mehr Kontrollpunkte nahe beieinander liegen, und relativ hoch, wenn die

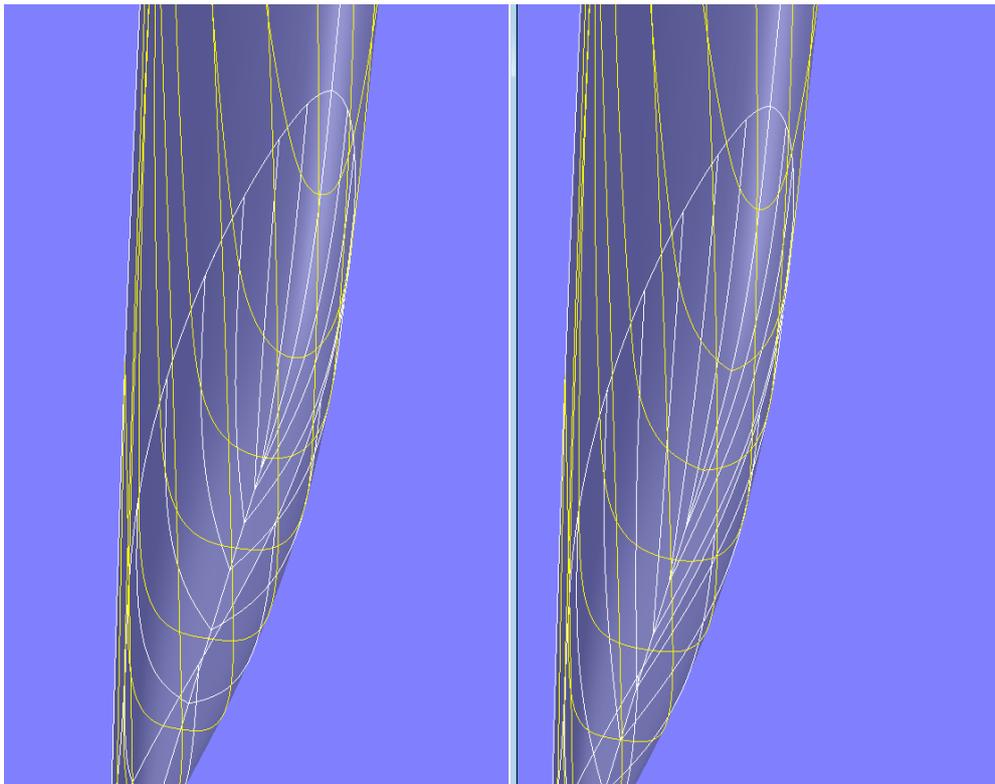
Kontrollpunkte weit voneinander entfernt sind. Bei den meisten Kurvenarten ist die Geschwindigkeit in Bezug auf  $t$  variabel.

Man kann die Geschwindigkeitsverteilung entlang einer Kurve visualisieren durch Anzeigen der Tickmarks (Properties Manager). Liegen die Tickmarks eng beieinander, ist die Geschwindigkeit gering, liegen sie weiter auseinander, ist sie hoch. Alternativ kann man die Kurvengeschwindigkeit auch über View/Display/Profile/Velocity Profile anzeigen.

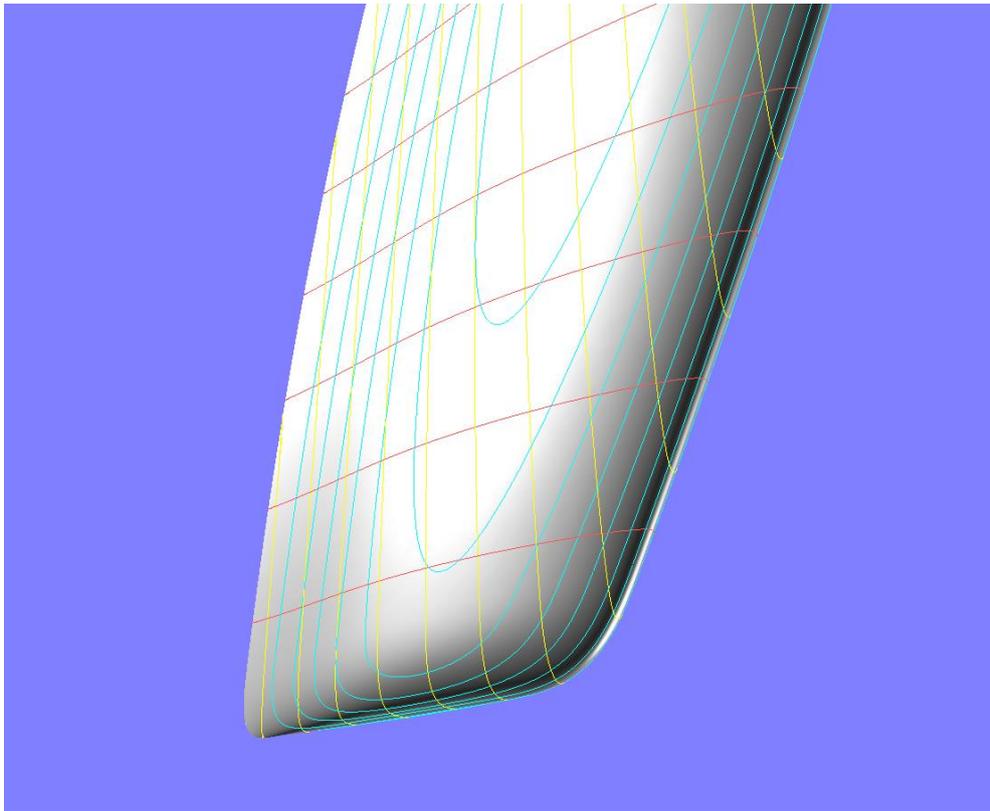
Die Masterkurven der Kielflosse `fin_keel_0` sind Foil Curves. Deren Geschwindigkeit in Bezug auf  $t$  ist an der Profilhase ( $t = 1$ ) gleich Null. Dies wird an alle davon abhängigen Snakes vererbt. Darum haben drei der die Blend Surface definierenden Snakes (Line Snake `sn1` und die EdgeSnakes `sn2` und `sn3`) am Kurvenende ( $t = 1$ ) ebenfalls eine Kurvengeschwindigkeit gleich Null. Damit die Blend Surface `fin_keel_tipround` harmonisch verläuft, muß dies auch bei der vierten Snake (`sn4`) der Fall sein. Diese ist EdgeSnake der Ruled Surface `bottom_fin_keel_0`, die zwischen der unteren Kiel-Mc `mc_3` und der Sub-Curve `c0` aufgespannt ist. Hat `c0` am ( $t = 1$ )-Ende die Kurvengeschwindigkeit gleich Null, wird dies an `sn4` als EdgeSnake weitervererbt.

Darum gehört zur Definition von `c0` das Relabel-Objekt `label` mit den Werten  $\{0, 1, 1\}$ . Dieses Relabel sorgt dafür, dass am ( $t = 1$ )-Ende von `c0` die Kurvengeschwindigkeit gleich Null ist.

Ohne Relabel für `c0` verlaufen die Spanten im vorderen Bereich der Blend Surface `fin_keel_tipround` nicht rund, sondern spitz.



Modell `fin_keel_tipround.ms2` – Einfluß der Kurvengeschwindigkeit der SubCurve `c0` auf die Form der Blend Surface. Links: `c0` mit Relabel. Rechts: `c0` ohne Relabel



Modell *fin\_keel\_tip.ms2* – Abrundung mit Blend Surface

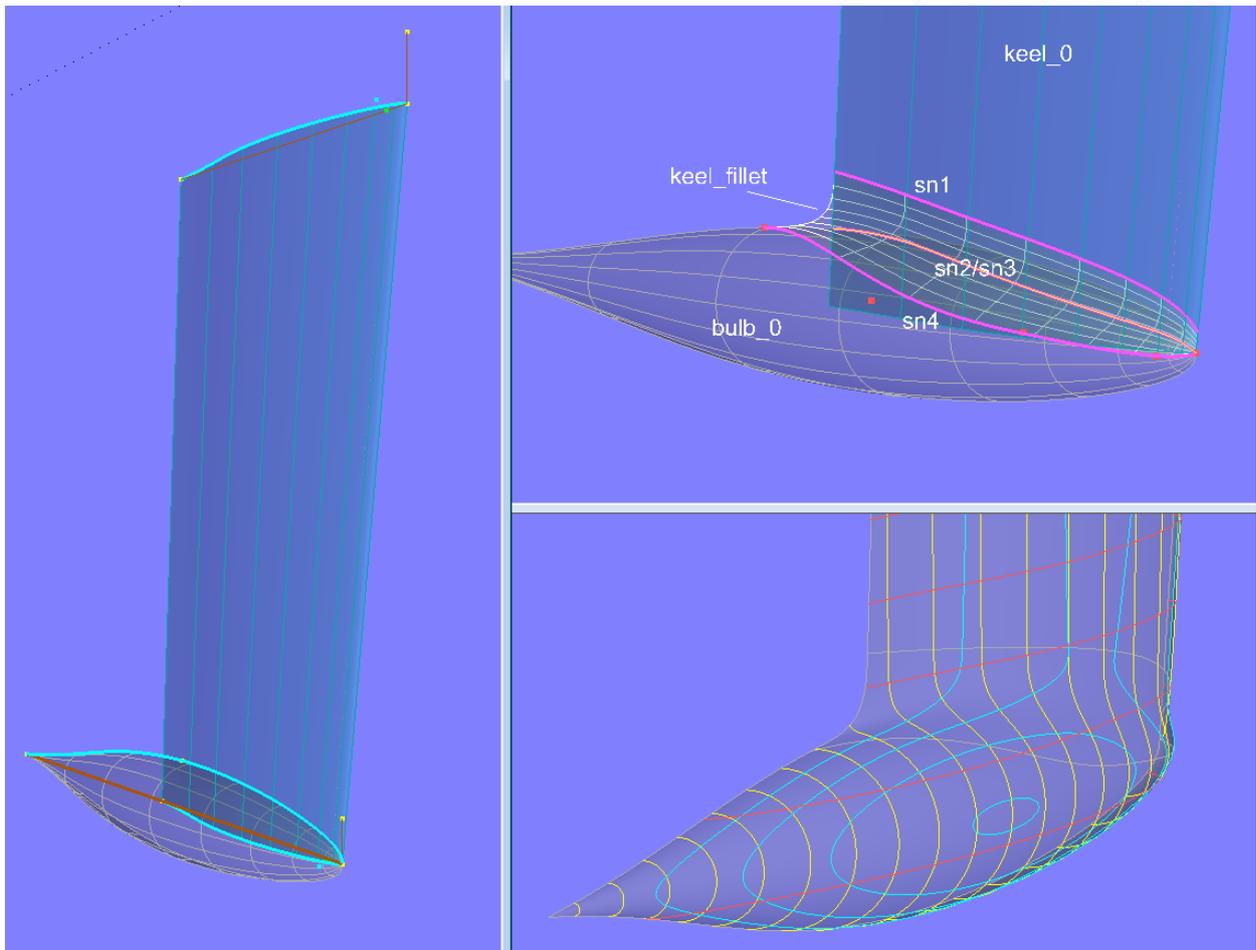
## 2.6 Ausrundung Kielflosse - Ballast

In Tutorium 10 „Ballastkiele“ wird mit dem Modell *bulb\_revolution\_surface.ms2* ein weiteres Beispiel gezeigt, wie sich mit einer Blend Surface auf einfache Weise ein Übergang zwischen Kielflosse und Ballastbulb gestalten lässt. Da die Konstruktion dort nicht weiter erklärt wird, sei es an dieser Stelle nachgeholt.

Basisfläche der Kielflosse ist die Ruled Surface *keel\_0*, aufgespannt zwischen der Foil Curve *root\_keel\_0* an der Kielwurzel und der Foil Curve *tip\_keel\_0* an der Kielspitze. Der Ballastkörper ist die Revolution Surface *bulb\_0*, deren Meridiankurve die Foil Curve *bulb\_meridian*.

Für die ausrundende Blend Surface *keel\_fillet* benötigen wir 4 Supports, zwei Snakes auf Fläche 1 und zwei Snakes auf Fläche 2. Die eine Snake auf Fläche 1 ist die B-spline Snake *sn1*; sie bestimmt den Beginn der Ausrundung auf der Kielflosse. Die andere Snake auf Fläche 1 ist die Intersection Snake *sn2*, in der *keel\_0* vom Ballast *bulb\_0* geschnitten wird. Diese Intersection Snake wird auf die Bulbfläche projiziert als Projected Snake *sn3*. Die andere Snake auf Fläche 2, also diejenige, die das Ende der Ausrundung auf der Bulbfläche festlegt, ist die B-spline Snake *sn4*, erzeugt mit 5 Kontrollmagneten. Mit diesen 4 Snakes ist die Blend Surface *keel\_fillet* bestimmt.

Die nicht von der Ausrundung überdeckten Flächenbereiche der Kielflosse und des Ballstbulbs erzeugen die SubSurface *keel* und die SubSurface *bulb*.



Modell *bulb\_revolution\_surface.ms2* - Ausrundung mit Blend Surface zwischen Kielflosse und Ballastbulb (Tutorium 10)

Mit der Eigenschaft „Type“ der Blend Surface läßt sich der Verlauf der Ausrundung beeinflussen. Für Type = 1 ist der Randanschluß tangential, für Type = 2 sowohl tangential also auch krümmungstetig; die Ausrundung verläuft etwas enger.

So viel zum Thema Formmerkmale.

