

# Rundspantrumpf mit auslaufendem Knick

## Eine weitere Variation der Rundspantbootsform

von Reinhard Siegel

### Einleitung

Moderne Rennyachten zeichnen sich durch einen längslaufenden Knick im Rumpf aus. Bei einigen Booten verläuft der Knick in voller Länge vom Bug bis zum Heck, bei andere beginnt er achtern, verschwindet dann aber zum Vorschiff hin.

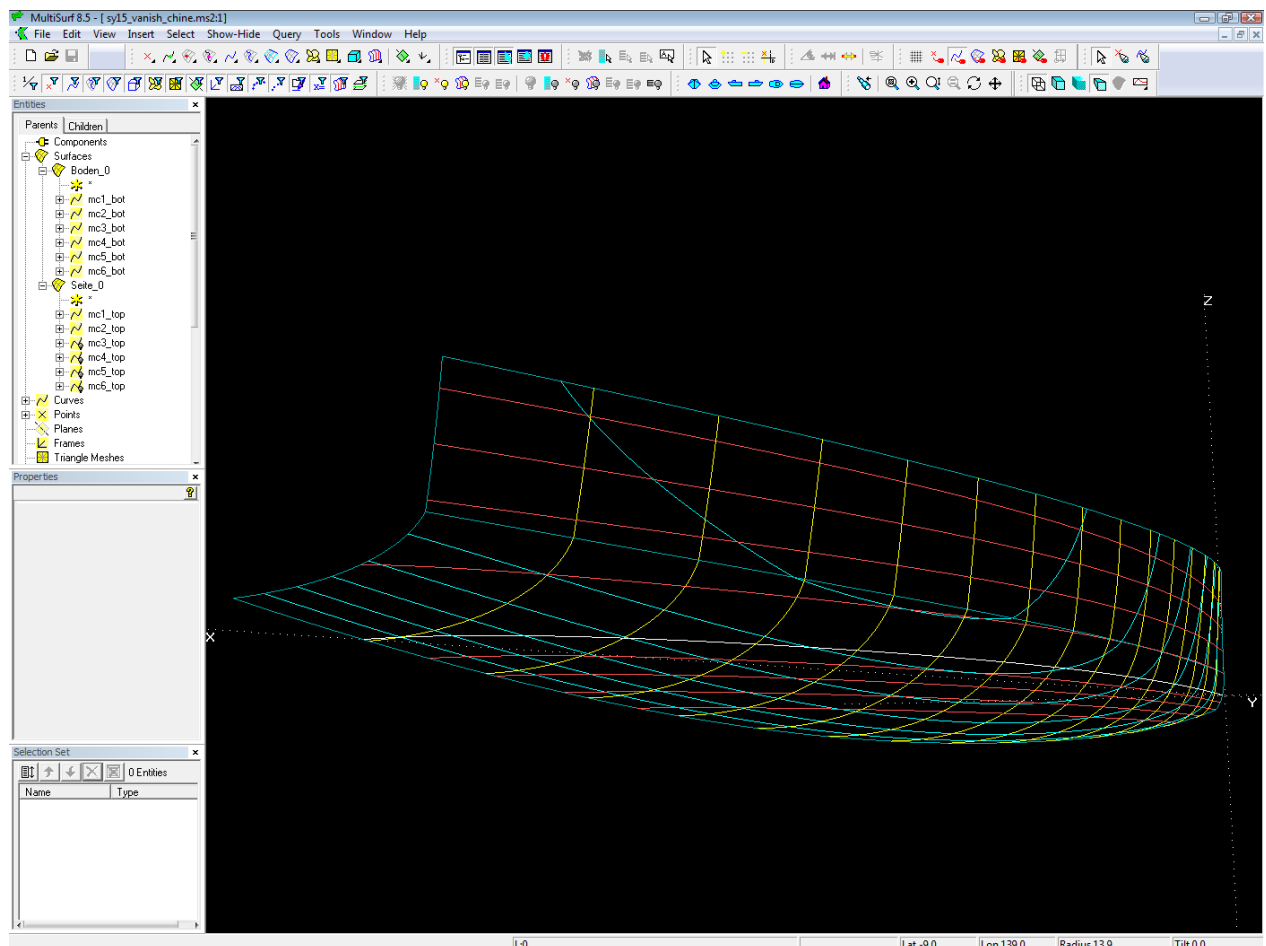
Dieser Artikel beschreibt an Hand des Modells *sy15\_vanish\_chine.ms2*, wie man in MultiSurf einen Rundspantrumpf mit auslaufendem Knick modellieren kann. Es geht dabei nicht um einen Rumpf mit spezifischen Abmessungen, sondern es soll eine in der Praxis erprobte Vorgehensweise gezeigt werden, damit man am Ende das auf dem Bildschirm sieht, was man sich vorgestellt hat.

### Verwendete Abkürzungen:

Cp: Kontrollpunkt, Stützpunkt (control point, support point)

Mc: Masterkurve, Stützkurve (master curve, support curve)

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.



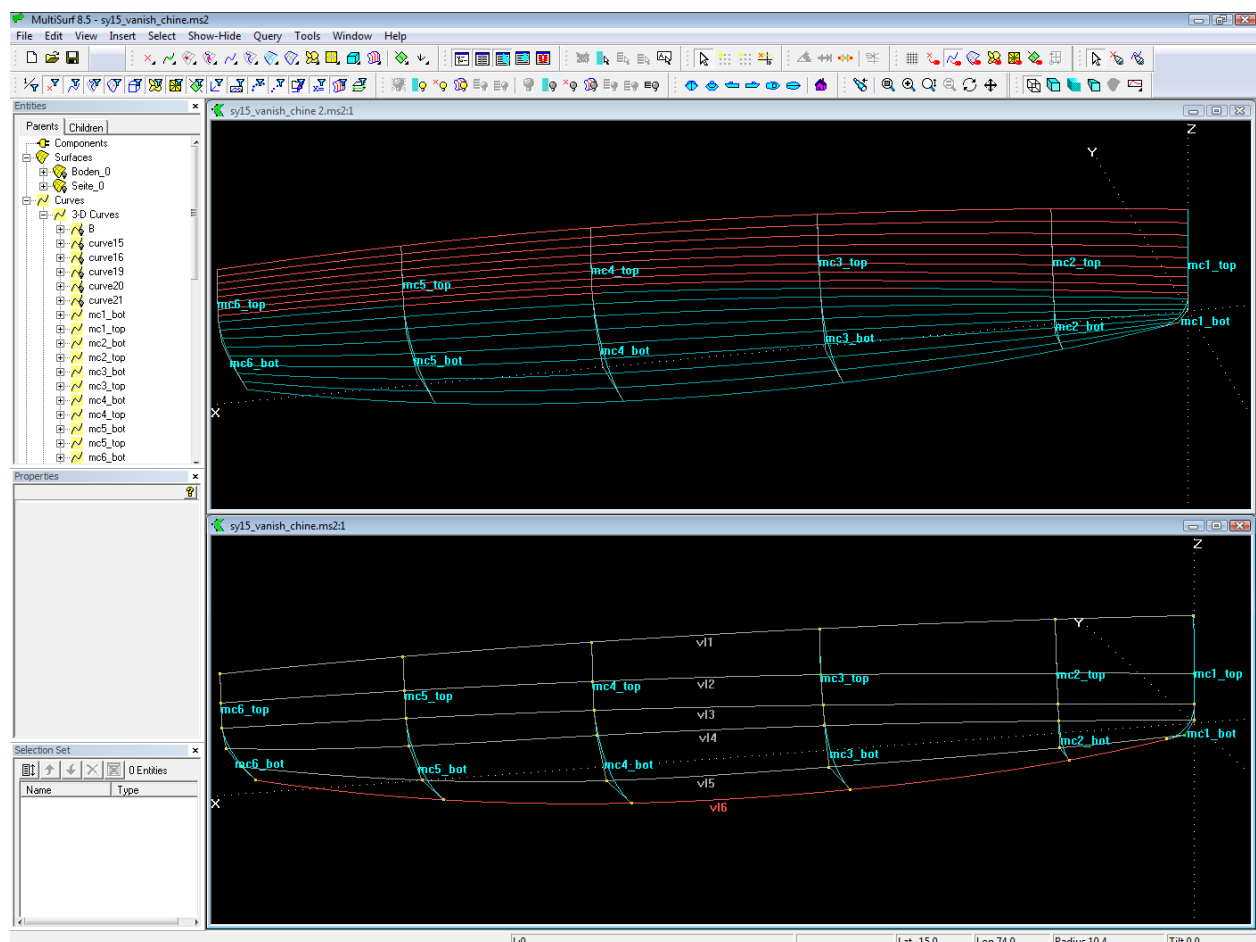
## Konzept

Der Rumpf ist abgeleitet von den Modellen *sy15.ms2* und *sy15\_full\_chine.ms2*, die in den Artikeln „Modellieren von Rundspantern“ und „Rundspanter mit durchlaufendem Knick“ behandelt werden. Er besteht aus 2 längslaufenden Flächen, eine für die Seite, eine für den Boden. Sie werden analog wie bei einem Standard-Rundspanter erzeugt.

Beide Flächen – **bottom\_0** und **topside\_0** – sind C-spline Lofted Surfaces mit je 6 B-spline-Masterkurven. Die Mcs für die Bodenfläche sind vom Grad (Degree) = 3 und alle mit 4 Kontrollpunkten definiert, die der Seitenfläche haben alle 3 Cps und Degree = 2. Mit dieser Systematik läßt sich wieder die Vertexkurven-Methode zum Straken verwenden.

Der erste Cp einer Boden-Masterkurve dient auch gleichzeitig als 3. Cp der korrespondierenden Mc für die Seitenfläche, so daß die Mcs zusammenhängen. Vertexkurve **vl3** beschreibt den Verlauf des Längsknicks.

Die hinteren Mcs (4, 5, ,6) von **topside\_0** und **bottom\_0** stoßen mit einem Knick aneinander, die vorderen Mcs (1, 2, und 3) müssen ohne Knick aneinander anschließen.



Modell sy15\_vanish\_chine.ms2 - je 6 Mcs stützen die C-spline Lofted Surfaces topside\_0 und bottom\_0. Vertexkurven verbinden korrespondierende Kontrollpunkte.

## Wie verbindet man 2 B-spline Curves tangential?

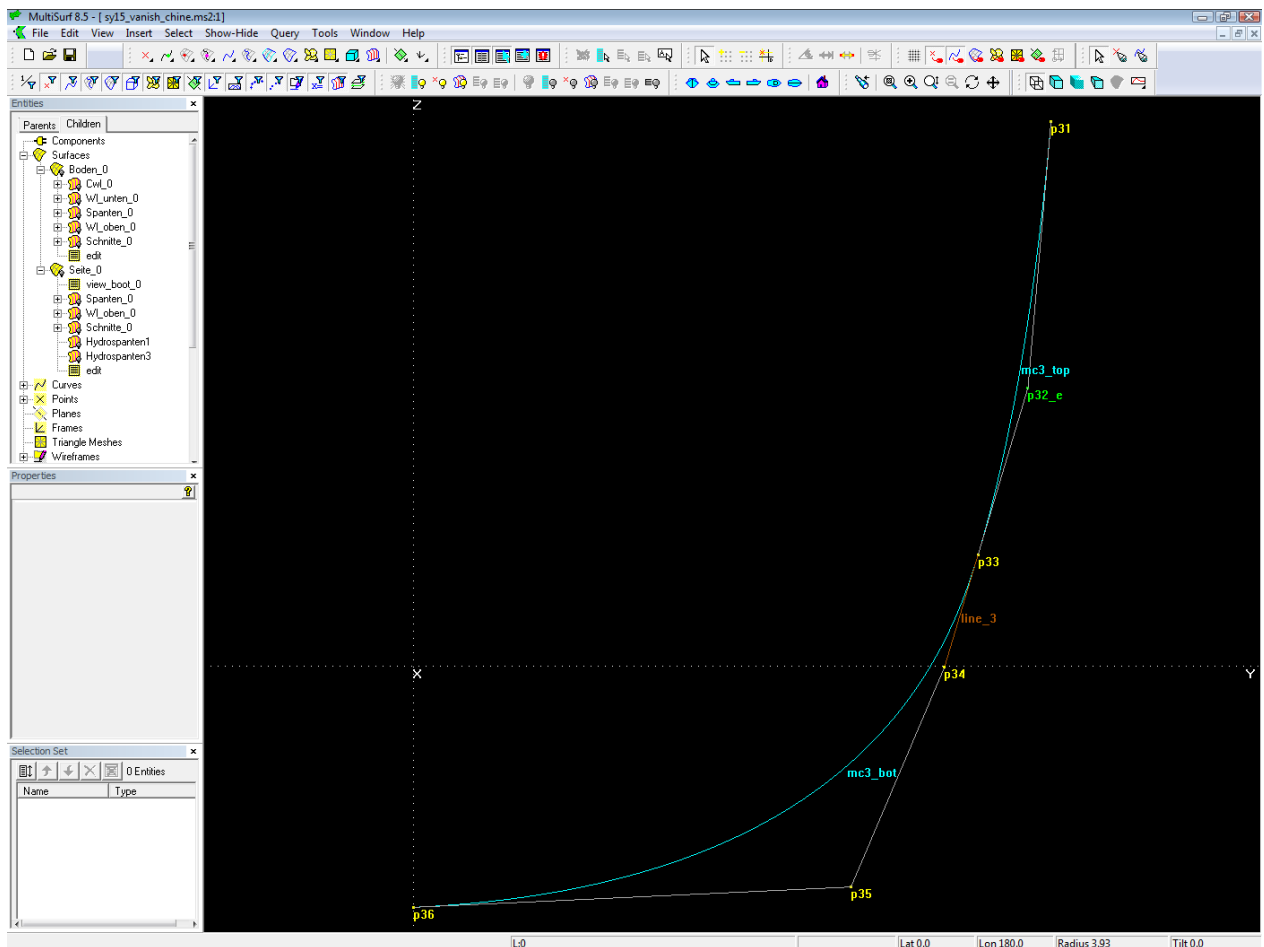
Damit im Rumpf vorne kein Knick zwischen Seite und Boden auftritt, müssen die 3 vorderen Mcs für Seite und Boden tangential aneinanderstoßen. Dazu nutzen wir die Tangentialeigenschaft der B-spline Curve: sie beginnt immer tangential zur Linie zwischen dem 1. und 2. Cp und endet immer tangential zur Linie zwischen dem vorletzten und letzten Cp. Wenn also 2 B-spline Curves einen gemeinsamen End- bzw. Anfangspunkt haben, und seine beiden Nachbarpunkte liegen mit ihm auf einer Linie, ist der Übergang zwischen beiden Kurven glatt, ohne Knick.

Diese geforderte geometrische Bedingung zwischen den Kontrollpunkte cp2, cp3 und cp4 der vorderen 3 Masterkurven für Seite und Boden lässt sich auf folgende einfache Weise festverdrahten:

- a) man spannt eine Line auf zwischen den ersten beiden Cps der Boden-Mc
- b) und verwendet einen Bead auf diese Line als vorletzten Cp der Seite-Mc

Betrachten wir als Beispiel [mc3\\_top](#) und [mc3\\_bot](#) (Mc 3 für Seite und Boden): auf der Line [line\\_3](#) zwischen Point [p33](#) und Point [p34](#) liegt der Bead [p32\\_e](#). Alle 3 Punkte bleiben bei Änderungen ihrer Position stets auf einer Linie, und damit kann kein Knick zwischen beiden Mcs entstehen.

Alle Punkte cp2 der drei vorderen Mcs sind Beads; sie lassen sich auf ihrer Linie nur hin und her schieben. Diese Einschränkung garantiert aber die knickfreie Verbindung. Die Punkte cp2 der drei hinteren Mcs sind dagegen frei im Raum in alle Richtungen verschiebbare Punkte.



Modell sy15\_vanish\_chine.ms2 - B-spline Curve mc3\_top schließt tangential an B-spline Curve mc3\_bot an, wenn ihr gemeinsamer Kontrollpunkt p33 und seine benachbarten Punkte p32\_e und p34 auf einer Linie liegen.

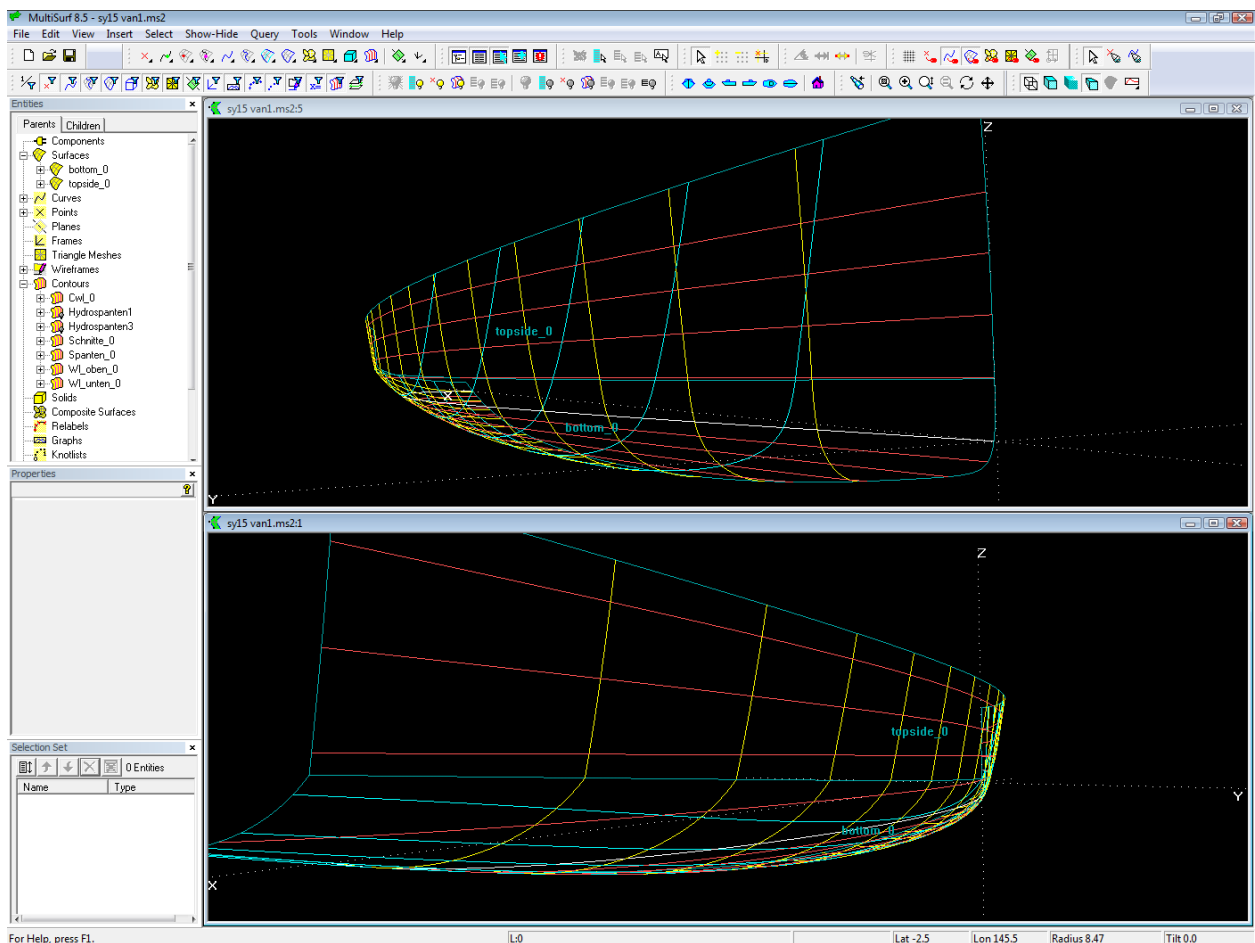
## Warum die Linie zwischen p33 und p34 und nicht zwischen p32 und p34?

Der Bead [p32\\_e](#) liegt etwas jenseits des oberen Endes der Linie, aber in ihrer Verlängerung. Man könnte meinen, es wäre klarer, würde die Line zwischen den Punkten p32 und p34 verlaufen. Dann läge der Bead auf der Linie zwischen beiden Endpunkten.

Der Vorteil der hier gewählten Konstruktion ist aber, daß eine Verschiebung des Beads nur die Form der Seitenfläche des Rumpfes beeinflusst (über den Verlauf von [mc3\\_top](#)), während der Boden (über den Verlauf von [mc3\\_bottom](#)) sich nicht ändert. Würde die Line [line\\_3](#) zwischen [p32](#) und [p34](#) aufgespannt, würden sich beim Verschieben des Beads beide Flächen gleichzeitig ändern. Es wird also eine unnötige Abhängigkeit vermieden.

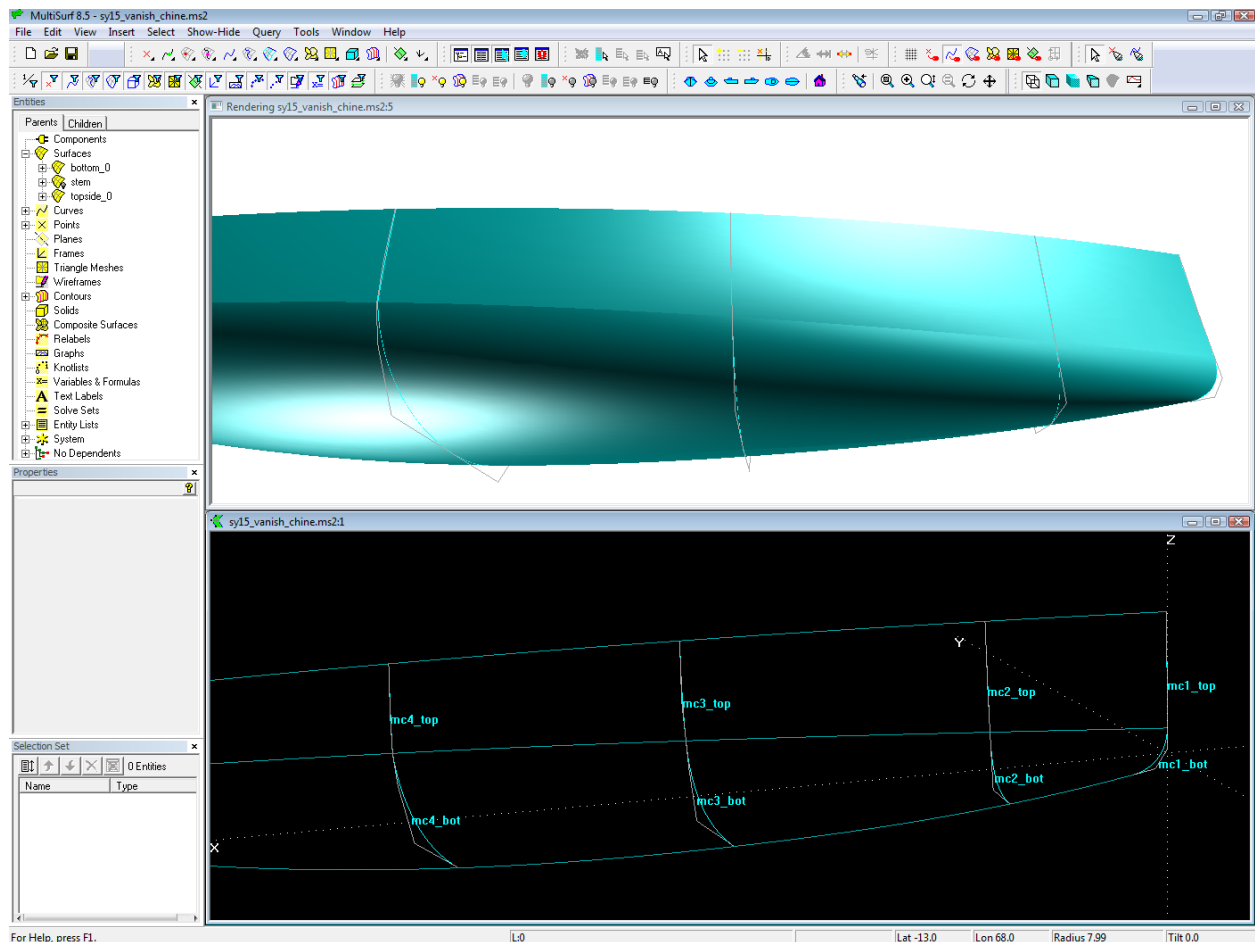
Außerdem wird der Verlauf des Knicks durch alle Punkte cp3 bestimmt. Der Knick ist eine prominente Kurve und sollte deswegen direkt editierbar sein. Und nicht verändert werden infolge eines Nebeneffektes, wenn ein benachbarter Punkt verschoben wird.

Mit anderen Worten: die Seitenfläche des Rumpfes ([topside\\_0](#)) ist an die Bodenfläche ([bottom\\_0](#)) „angehängt“. Die Boden-Mcs und deren Kontrollpunkte spielen eine wichtigere Rolle für die Formgebung des Rumpfes als die Punkte cp2 der Seiten-Mcs.



Modell sy15\_vanish\_chine.ms2 - auslaufender Knick; Perspektivansicht von vorn und von achtern

Obwohl in der Wireframe-Ansicht Spanten, Wasserlinien usw. auf dem ersten Blick ganz ok aussehen mögen, sollte man die Form auch in Render View überprüfen. Dabei zeigt sich ein Fehler: zwar ist die Seiten mit dem Boden an den Mcs 2 und 3 glatt verbunden, aber nicht dazwischen.



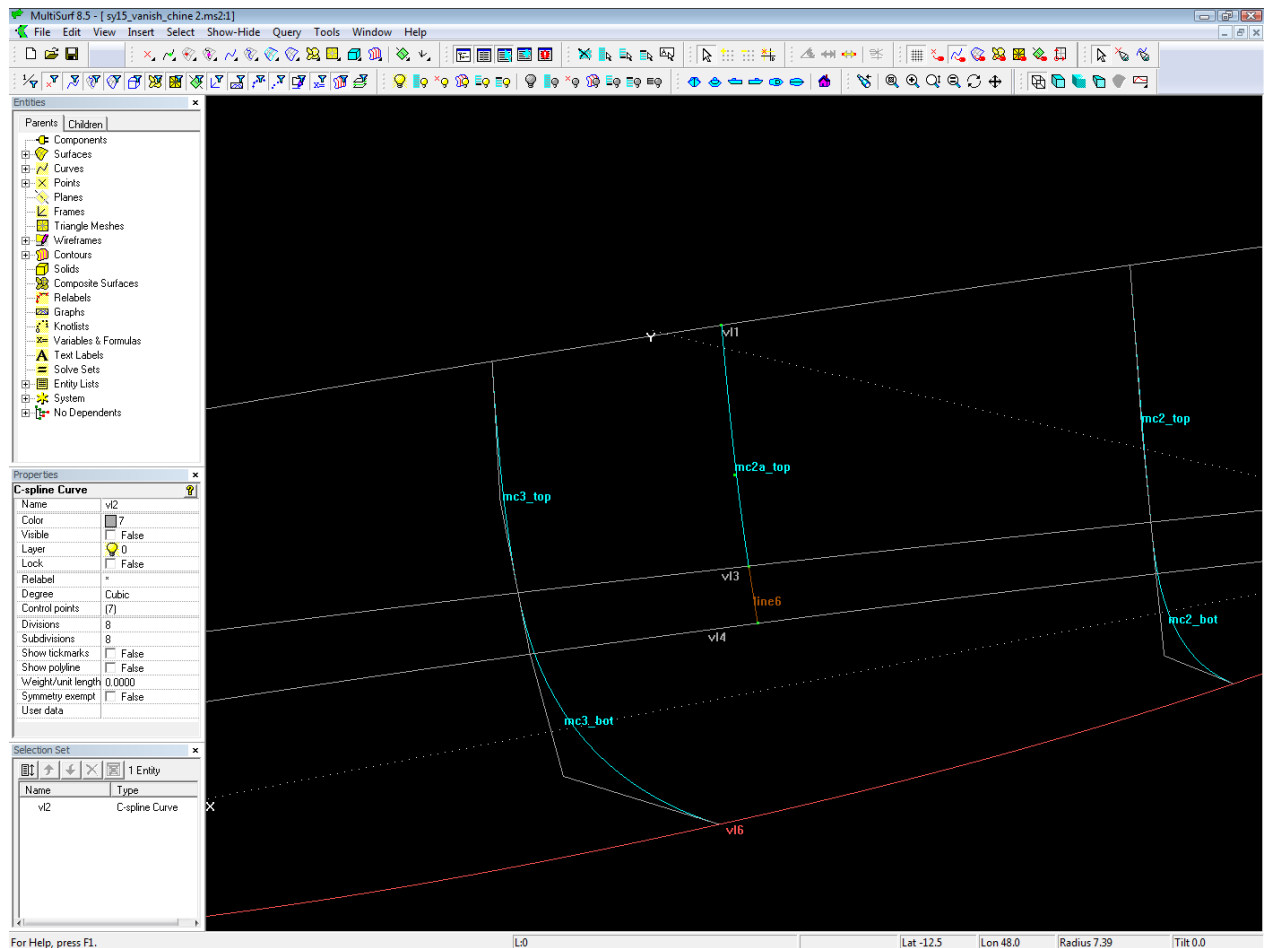
Modell sy15\_vanish\_chine.ms2 - Render View. Einbuchtung zwischen Seite und Boden im Bereich zwischen Mc2 und Mc3. Abhilfe durch Einfügen einer zusätzlichen Mc.

Dieser Fehler läßt sich durch eine kleinere Y-Koordinate von cp3 an Mc4 beheben, das heißt durch Verringerung der Breite des Knicks an Mc4. Aber nehmen wir an, Boden und Seite sollen nicht verändert werden – sie sind gut, wie sie sind. Dann ist die Lösung die, daß wir die obere Fläche auch zwischen Mc2 und Mc3 an die untere Fläche angeklammert werden – so, wie man es in der Praxis auch machen würde.

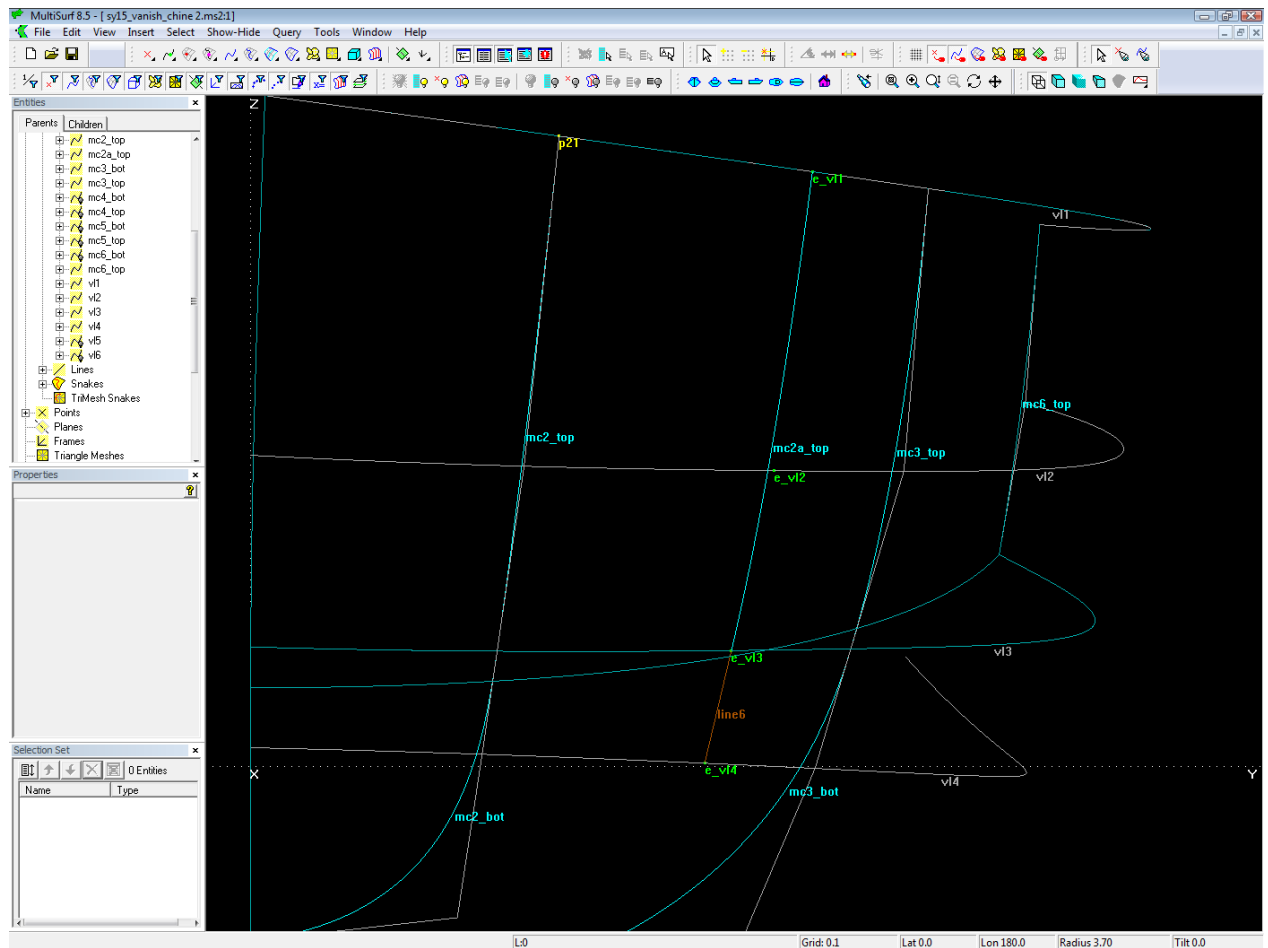
Das heißt, zwischen mc2\_top und mc3\_top muß eine weitere Mc eingefügt werden: mc2a\_top.

Die Kontrollpunkte von mc2a\_top sind leicht zu bestimmen: auf die Vertexkurve v11 setzen wir einen Bead (e\_v11); er bestimmt die Längsposition von mc2a\_top. An der Position von e\_v11 werden die Vertexkurven v13 und v14 geschnitten (XYZBeads e\_v13, e\_v14). Zwischen diesen beiden Beads wird eine Line gespannt und darauf der Bead e\_v12 gesetzt.

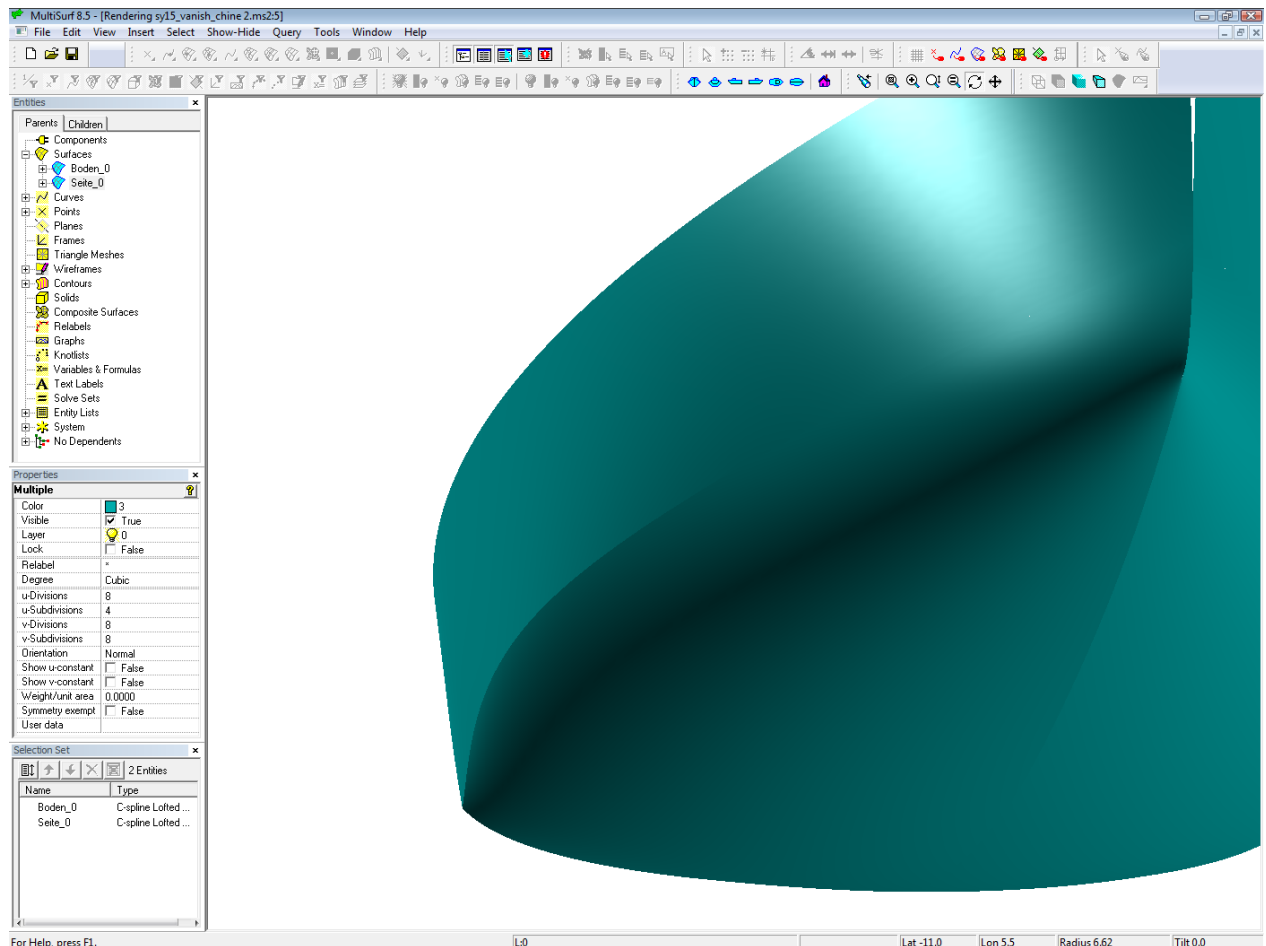
Mit diesen Beads e\_v11, e\_v12 und e\_v13 wird die neue B-spline Curve mc2a\_top erzeugt. Außerdem wird zu den Kontrollpunkten der Vertexkurve v12 noch der Bead e\_v12 hinzugefügt. Und schließlich mc2a\_top als weitere Stützkurve für die C-spline Lofted Surface topside\_0 eingefügt. Wir verklammern also die obere Fläche tangential mit der unteren an der Stelle des Beads e\_v11 auf v11.



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – zusätzlich eingefügte Mc für die Seitenfläche des Rumpfes



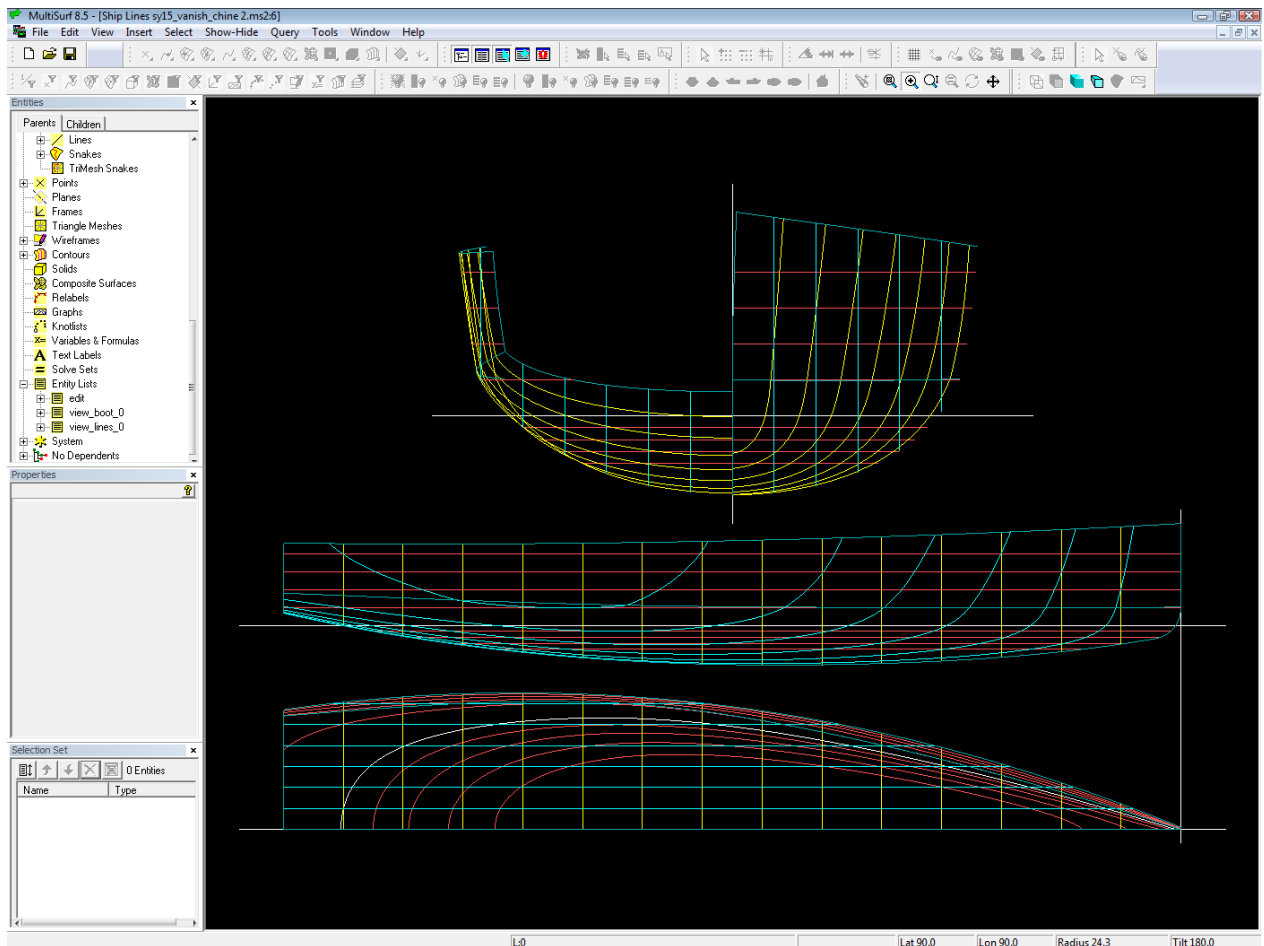
Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – Konstruktion der 3 Kontrollpunkte für die zusätzliche Masterkurve mc2a\_top



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – allmählich auslaufender Knick ohne Einbuchtung

Man beachte die Vorteile der Vertexkurven-Methode. Die Kontrollpunkte der zusätzlichen  $Mc_{mc2a\_top}$  sind keine freien Punkte, die sorgfältig und zeitaufwändig positioniert werden müssen, damit die Flächen straken. Sie ergeben sich aus den Vertexkurven. Durch die relationale Geometrie von MultiSurf braucht man nur den Bead  $e_{vl1}$  auf der Vertexkurve  $vl1$  zu verschieben, um die Position von  $mc2a\_top$  festzulegen, sowie den Bead  $e_{vl2}$  auf seiner Basislinie hin und her zu schieben, damit die Vertexkurve  $vl2$  weiterhin strakt.



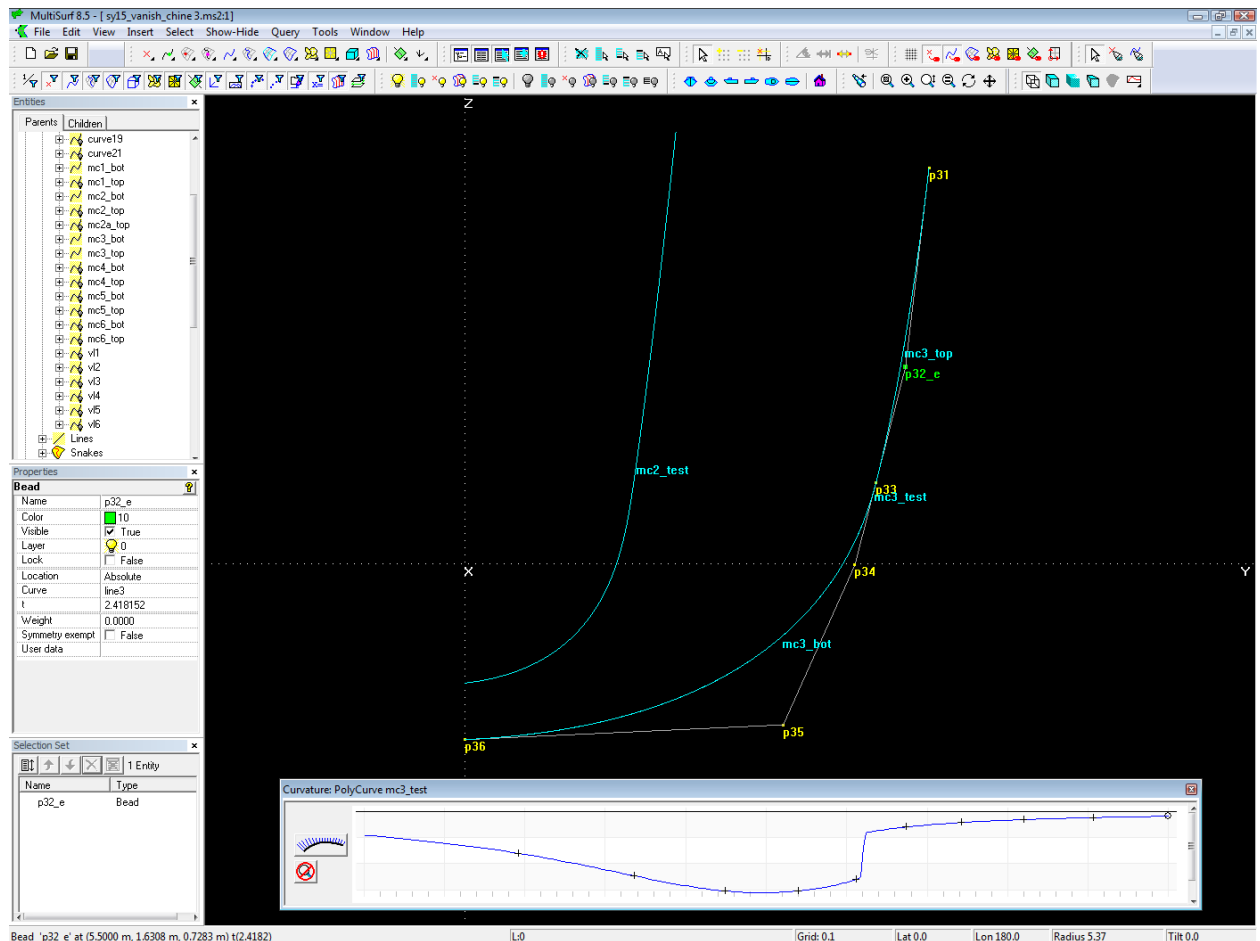


Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 – Ansicht Ship Lines

## Krümmungsverlauf

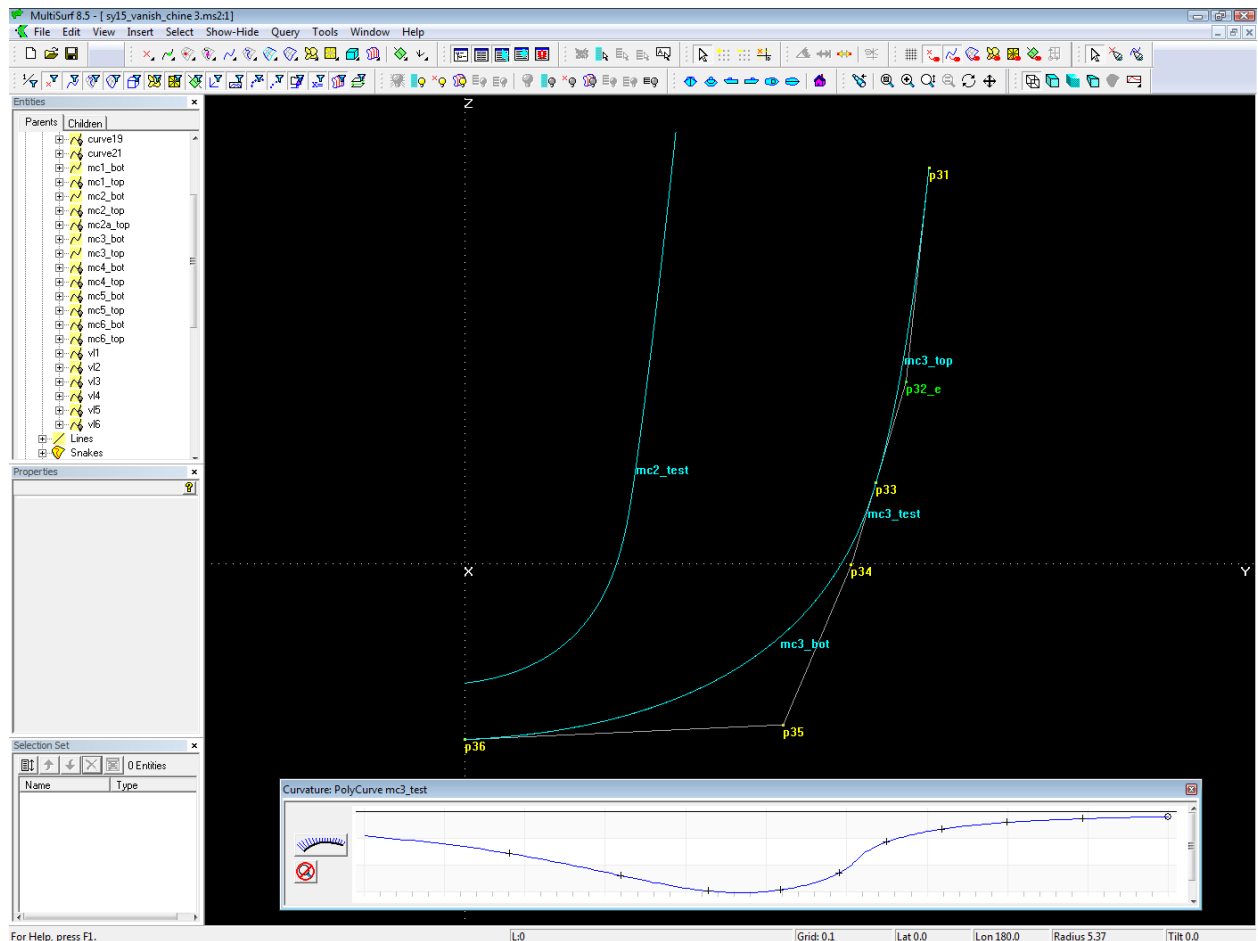
Ein Problem gibt es aber noch: die 3 vorderen Mcs für die Seiten- und für die Bodenfläche sind zwar tangential miteinander verbunden, da wir dafür gesorgt haben, daß bestimmte Cps auf einer Linie liegen. Aber ist der Krümmungsverlauf entlang der beiden Kurven so, als wäre es eine einzige Kurve?

Um das zu überprüfen, setzen wir mc3\_top und mc3\_bot zusammen zur PolyCurve mc3\_test und sehen uns ihr Curvature Profile an (View/ Display/ Profile/ Curvature oder Toolbar-Schaltfläche).



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 - unharmonischer Verlauf der Krümmung entlang der PolyCurve mc3\_test im Bereich des Übergangs der beiden Teilkurven mc3\_top und mc3\_bot.

Wenn man mit den Bead p32\_e etwas verschiebt, läßt sich ein Verlauf erreichen, der dem einer durchgehenden B-spline Curve entspricht.



Modell sy15\_vanish\_chine2.ms2 - harmonischer Krümmungsverlauf der aus zwei Teilkurven zusammengesetzten PolyCurve mc3\_test.

Ein Kontrollpunkt mehr für die Boden-Masterkurven?

Wenn wir uns ansehen, wie die Cps entlang der Boden-Masterkurven verteilt sind, zum Beispiel bei mc3, dann sehen wir, daß der Punkt p35 ziemlich weit entfernt ist vom Punkt p36. Deswegen ist hier die lokale Kontrolle über die Kurvenform ziemlich gering. Im Modell sy15\_vanish3.ms2 wurde in die Boden-Mcs ein weiterer Kontrollpunkt eingefügt.

=====