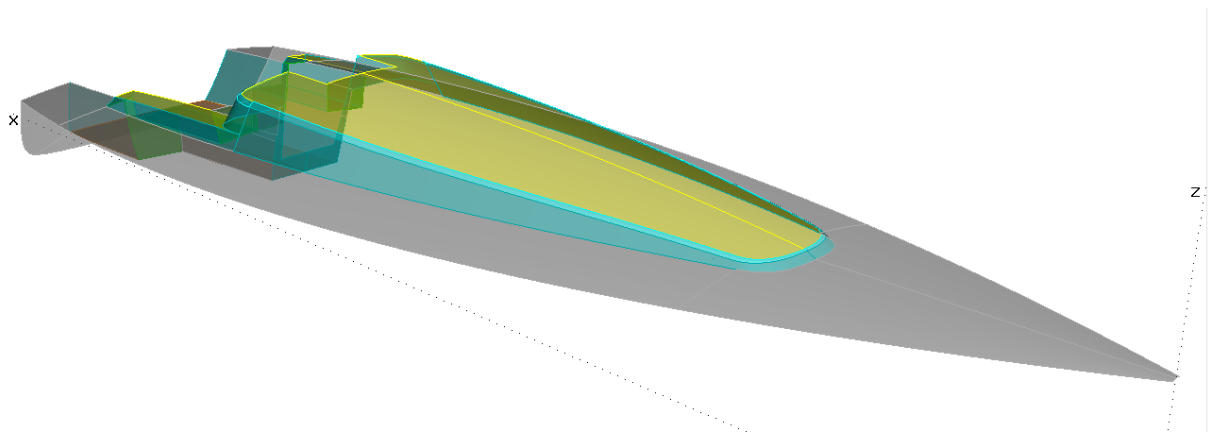


Decks und Aufbauten

von Reinhard Siegel



Einleitung

Kleine Boote kommen ohne Deck und Aufbau aus, aber bei größeren Booten sind sie unverzichtbare Bestandteile des Wasserfahrzeugs. Dieser Artikel beschreibt verschiedene Methoden, in MultiSurf Flächen für Decks und Aufbauten zu modellieren.

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.

1 - Decks

Bevor wir einen Aufbau modellieren können, benötigen wir ein Deck. Oft ist ein Deck wenig mehr als ein Vor- und Seitendeck. Dennoch ist es sinnvoll, mit einer Basisfläche von Bug bis Heck zu beginnen und anschließend den von Aufbau und Cockpit überdeckten Bereich herauszuschneiden. Dann läßt sich leicht Bucht oder Sprung des Decks ändern, ohne daß man auf den Strak und das Aneinanderhängen von Einzelflächen achten muß.

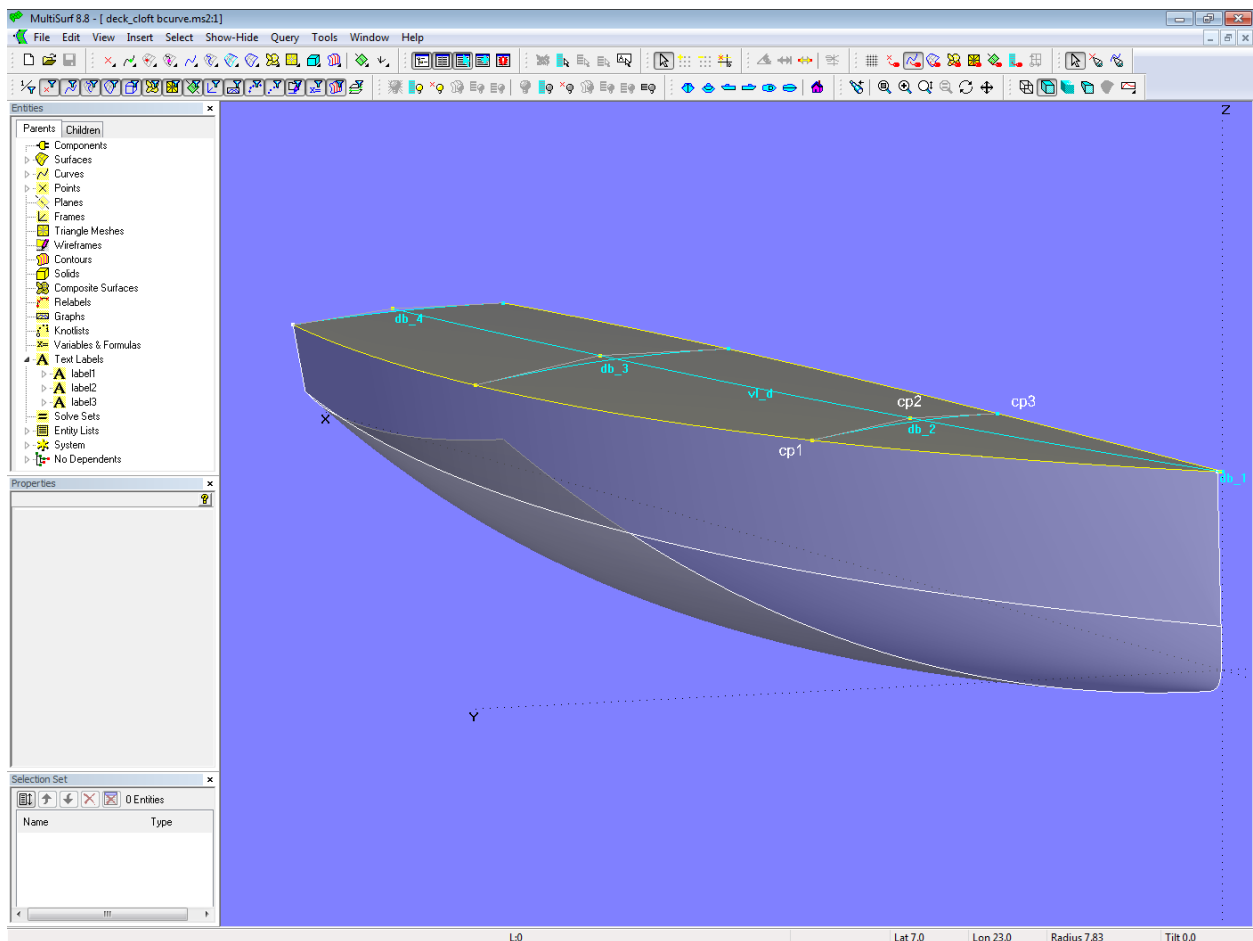
Methode 1: Freiformen

Wie ein Bootsrumpf läßt sich auch ein Deck nach der Methode „Masterkurven beplanken“ modellieren. Diese Methode bietet die größte Flexibilität in Bezug auf Verlauf der Höhe der Decksbucht in Längsrichtung und Formgebung in Querrichtung.

Es bietet sich an, für das Deck den gleichen Flächentyp wie für den Rumpf zu verwenden und die Deckbalken-Masterkurven an die gleiche Position wie die Masterkurven für die Rumpffläche zu setzen. Dann schließen beide Flächen entlang der gemeinsamen Kante wasserdicht aneinander.

C-spline Lofted Surface über B-spline Mcs

Modell *deck_cloft_bcurve.ms2* zeigt ein Deck mit B-spline Curves als Deckbalken-Masterkurven. Jede Mc wird mit 3 Cps definiert, wobei cp1 der erste Punkt der Rumpfmasterkurve ist. Damit die Deck-Mc senkrecht zur Mittschiffsebene endet, wird cp2 auf diese projiziert als Projected Point cp3.



Modell *deck_cloft_bcurve.ms2* - Deck als C-spline Lofted Surface mit 4 B-spline-Masterkurven

Als Strakhilfe für den harmonischen Verlauf der Balkenbuchthöhe über der Länge verläuft die Vertexkurve *vl_d* durch alle Punkte cp2 der Mcs. Sieht man in der 3D-Ansicht schleichend entlang dieser Kurve, lassen sich Unregelmäßigkeiten leicht erkennen.

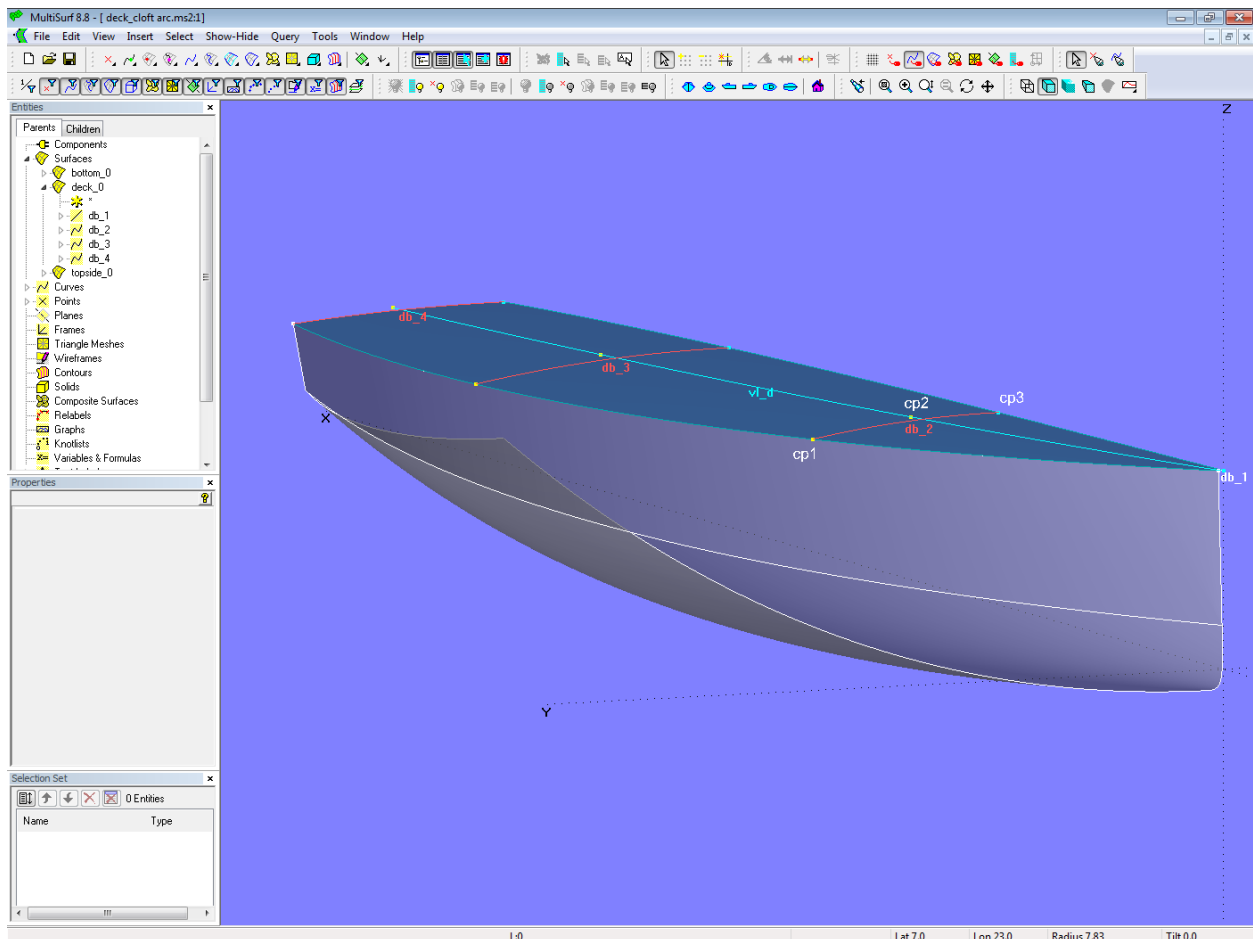
Je weiter cp2 nach außen zur Deckschale hin positioniert wird, umso parabelförmiger wird die Deckbalken-Mc.

Natürlich können mehr als 3 Cps für die Masterkurven verwendet werden, aber der Schlüssel zum Strak ist Einfachheit.

C-spline Lofted Surface mit Arc-Mcs

Alternativ kann man für die Mcs auch Kreisbögen verwenden. Dies zeigt Modell *deck_cloft_arc.ms2*.

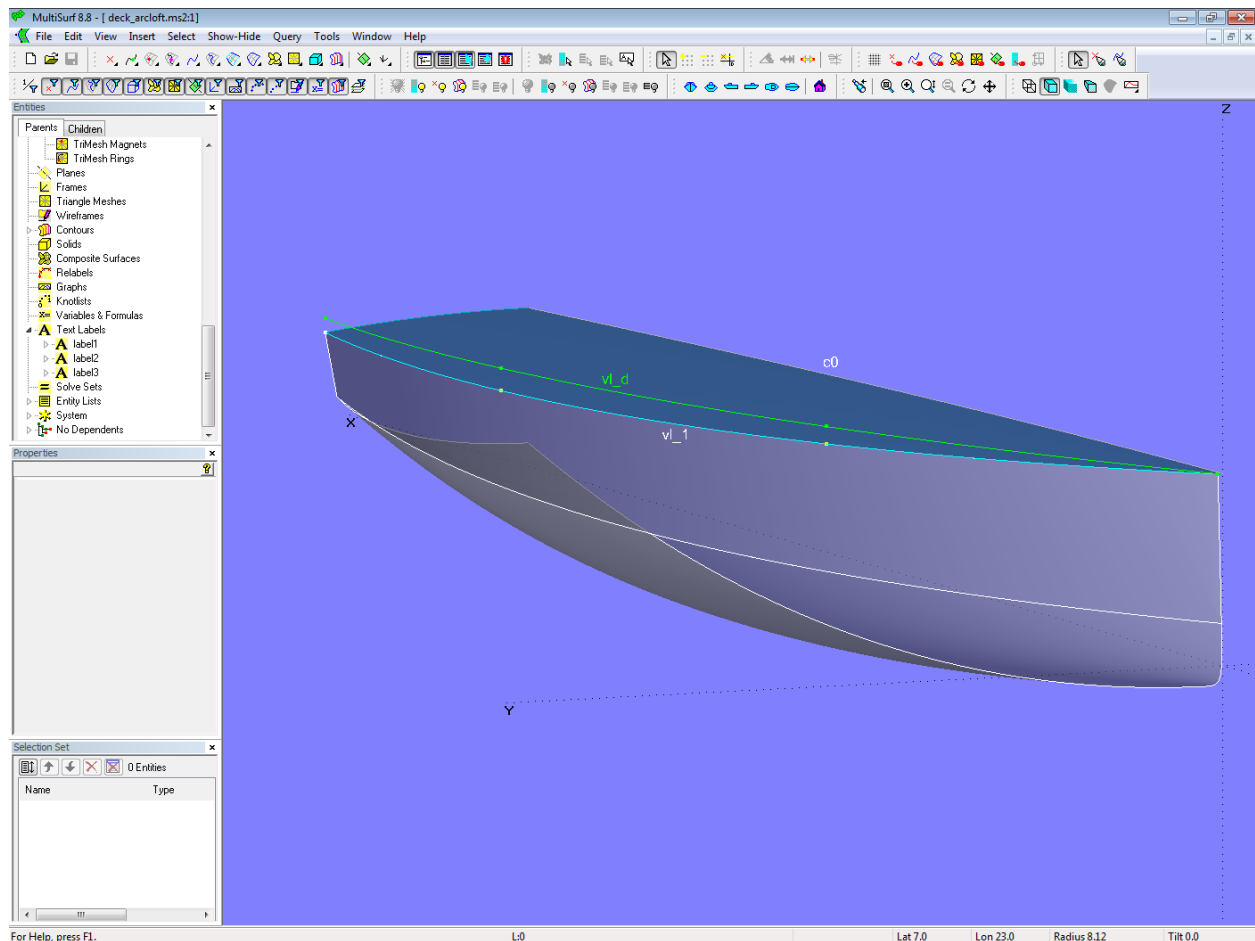
Nur die Höhe von cp2 über cp1 am Rand des Rumpfes spielt hier eine Rolle, nicht seine y-Position. Der Type 5 des Arc stellt sicher, daß der Bogen senkrecht zur Mittschiffsebene endet.



Modell deck_cloft_arc.ms2 – Deck als C-spline Lofted Surface mit 4 Kreisbogen-Masterkurven

Arc Lofted Surface mit längslaufenden Mcs

Bislang wurde ähnlich zur Rumpffläche das Deck von querlaufenden Mcs gestützt. In Modell *deck_arcloft.ms2* dagegen spannen die längslaufenden Mcs *vl_1*, *vl_d* und *c0* eine Arc Lofted Surface auf. Die Kurve *vl_d*, die vom gleichen Typ wie die Vertexkurve *vl_1* ist, bestimmt die Buchthöhe; ihre Cps liegen genau vertikal über dem 1. Cp der Rumpf-Mcs. Damit die Arc Lofted Surface vom Typ 5 senkrecht zur Mittschiffsebene endet, wird *vl_d* als *c0* auf diese projiziert.



Modell *deck_arcloft.ms2* – Deck als Arc Lofted Surface mit längslaufenden Mcs; *c0* ist die Projektion von *vl_d* auf die Mittschiffsebene.

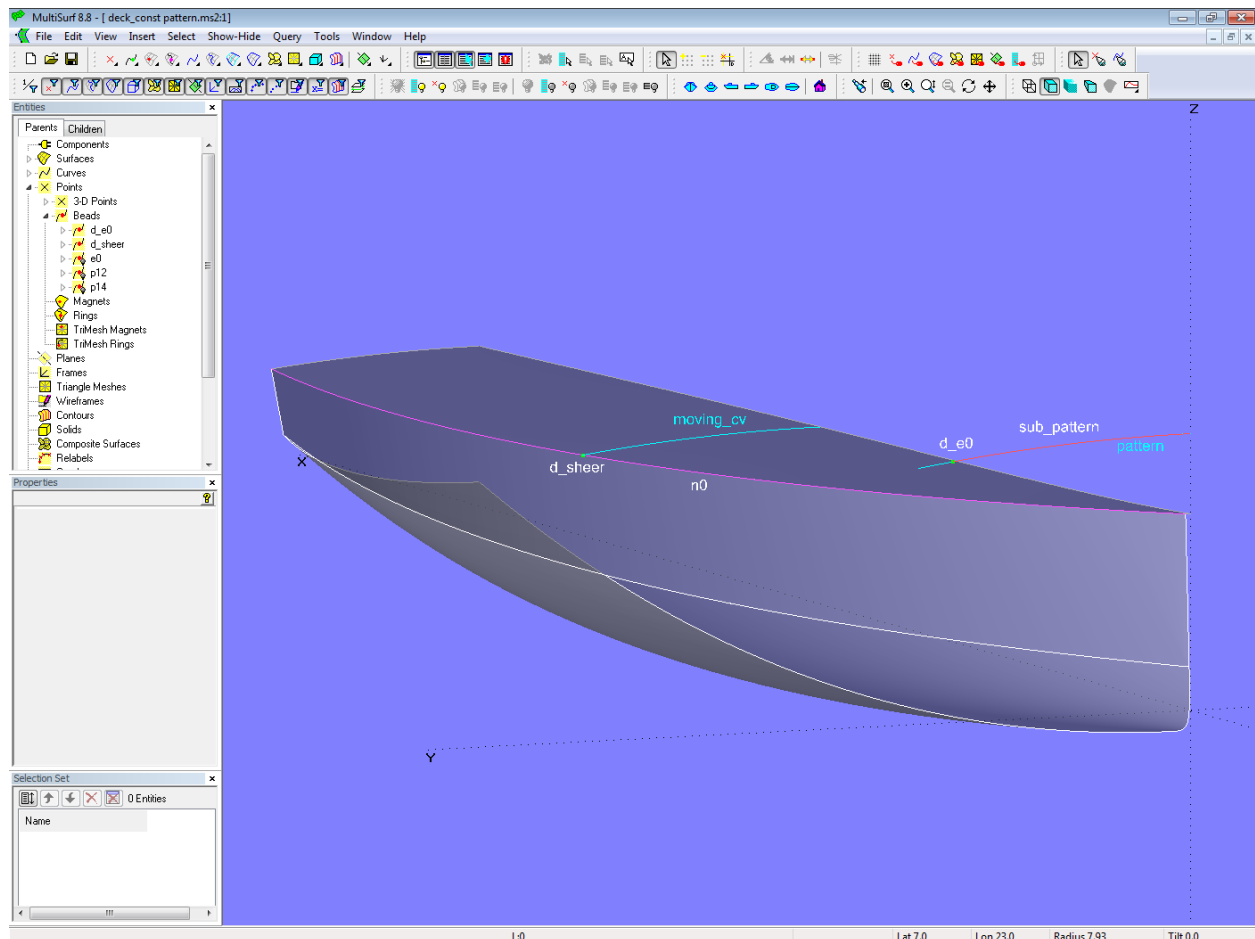
Alternativ könnte *vl_d* auch eine Relative Curve zur Vertexkurve *vl_1* sein, deren Verlauf durch einen BGraph gesteuert wird.

Methode 2: prozedurale Konstruktion

Decksbalken gleicher Form

Mitunter ist es von Vorteil, wenn alle Balken eines Decks die gleiche Form haben, also Abschnitte eines einzigen Malls sind. Zum Beispiel wenn Holzdecksbalken lamelliert werden.

Modell *deck_const_pattern.ms2* zeigt diesen Ansatz. Das Balkenbuchtmaß ist die Kurve *pattern*, die über dem Vorsteven als Arc definiert ist. Die Oberkante des Rumpfes ist die EdgeSnake *n0*. Auf dieser liegt der Ring *d_sheer*. Nun wird die Kurve *pattern* geschnitten im Intersection Bead *d_e0*, wobei die Schnittebene parallel zu Mitte Schiff ist und durch *d_sheer* geht. Der Kurvenabschnitt von MS bis *d_e0* (Sub-Curve *sub_pattern*) wird abschließend an die Position von *d_sheer* kopiert (Copy Curve *moving_cv*). Die Procedural Surface *deck_0* wiederholt diese Konstruktion für alle Positionen von *d_sheer*.



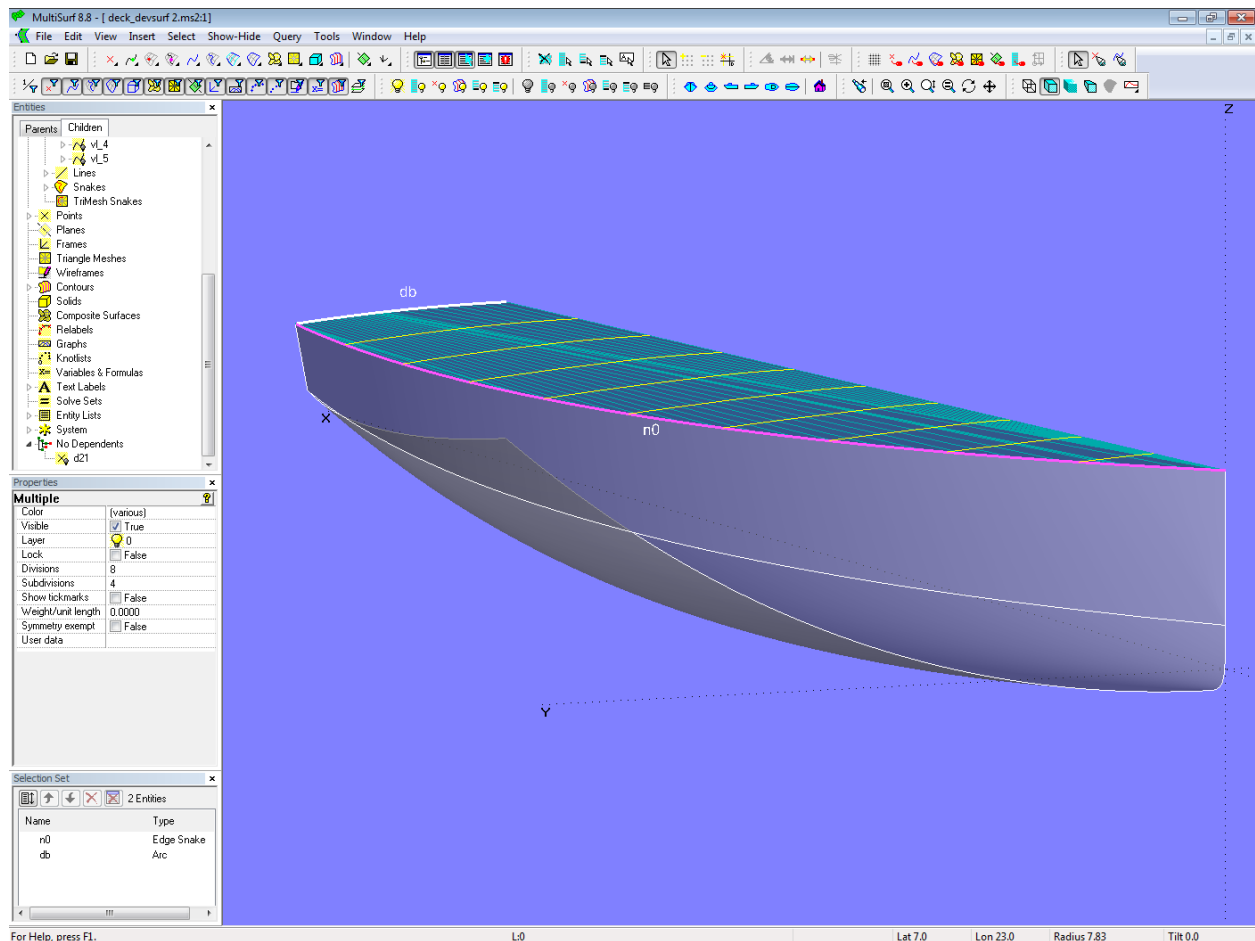
Modell deck_const_pattern.ms2 - Deck mit gleichen Decksbalken als Procedural Surface

Da der Ring **d_sheer** auf der Edgesnake **n0** liegt, hat das Deck das gleiche Labeling wie die Rumpffläche; das garantiert eine wasserdichte Verbindung beider Flächen entlang der gemeinsamen Kante.

Deck mit gleichem Buchtverhältnis

Ebenfalls mit einer prozeduralen Konstruktion lässt sich eine Decksfläche erzeugen, bei der die Buchthöhe in einem konstanten Verhältnis zur Decksbreite steht. Modell *deck_constant_camber_ratio.ms2* zeigt diese Variante.

Angetrieben wird die Konstruktion wiederum von dem Ring **d_sheer**, der auf der Rumpfoberkante liegt (EdgeSnake **n0**). Dieser Ring wird auf die Mittschiffsebene ($Y=0$) projiziert im Projected Point **d0**. Die Line **half_chord** zwischen **d_sheer** und **d0** ist die halbe Breite an der Position von **d_sheer**. Nun wird auf dieser Line der Bead **ratio** gesetzt, dessen t-Parameterwert der Hälfte des Buchtverhältnisses ist. Soll das Verhältnis Buchthöhe zu Breite zum Beispiel 15% betragen, ist der t-Wert für **ratio** auf 0.075 zu setzen. (Die Position eines Beads auf einer Line entspricht dem Wert seines Parameters t ; für $t = 0.33$ liegt der Bead auf $1/3$ der Länge, für $t = 0.5$ auf der Hälfte usw.)



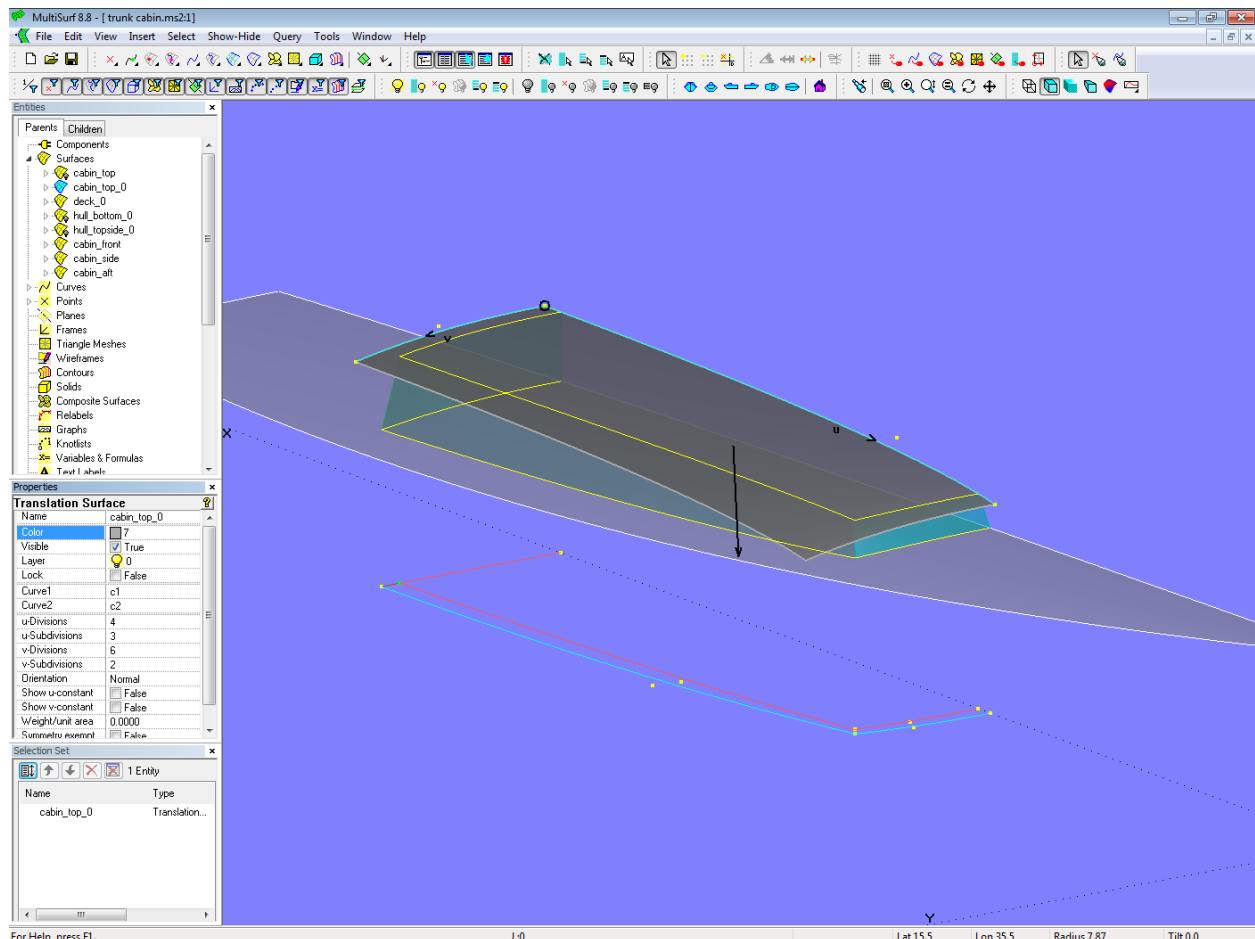
Modell deck_devsurf.ms2 – abwickelbare Fläche aufgespannt zwischen Oberkante Rumpf *n0* und Deckbalken *db* achtern

So viel zu möglichen Deckkonstruktionen.

2 – Der kastenförmige Aufbau

Aufbau 1 - Freiformen

Die einfachste Form eines Aufbaus ist der Kasten. Er besteht aus Seitenwand, Frontwand, Rückwand und Dach. Das Modell *trunk_cabin-1.ms2* zeigt ein Beispiel.



Modell *trunk_cabin.ms2* – Aufbau in Kastenform

Die Basisfläche des Aufbaudachs ist eine Translation Surface; Leitkurve ist eine B-spline Curve auf Mitte Schiff, erzeugende Kurve ein Kreisbogen. Auf diese Basisfläche werden die Unter- und Oberkanten der Aufbauwände projiziert (als Projected Snakes), die in der XY-Ebene definiert sind. Dadurch bleibt in der Aufsicht die Aufbauform gleich, wenn man das Deck ändert.

Hinweis: es ist wichtig, daß das Deck strakt. Denn eine Projected Snake, die eine glatte Kurve auf ein nicht strakendes Deck abbildet, ist nicht glatt. Eine von der Snake abhängige Fläche strakt nicht. Eine Fläche, die von einer Snake auf einem nicht strakendem Deck abhängt, strakt nicht.

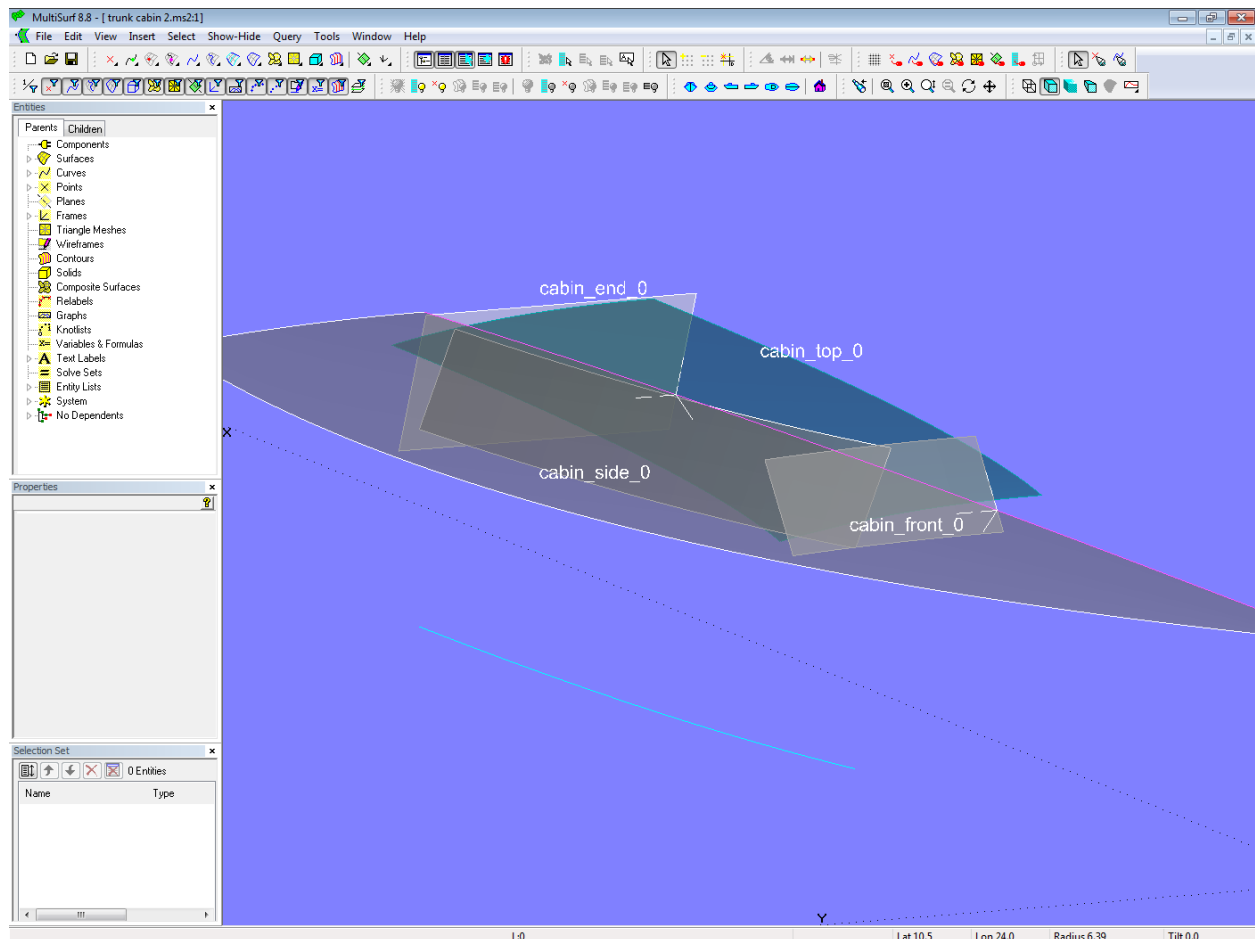
Alle Deckbalken des Dachs sind gleich. Alle Wände sind abwickelbar, das Dach aber nicht. Es wäre nur dann abwickelbar, wenn das Dach auf Mitte Schiff eine Line wäre.

Nur die Dachfläche ist größer als ihre fertige Form, alle anderen Flächen müssen nicht getrimmt werden.

Man kann bei dieser Konstruktion nur die Kurven für die Flächenkanten ändern und dann sehen, ob es einem gefällt. Spezielle Vorgaben wie z. B. Einfall der Seitenwand oder Neigung der Front, sind nicht möglich.

Aufbau 2 - Vorgaben

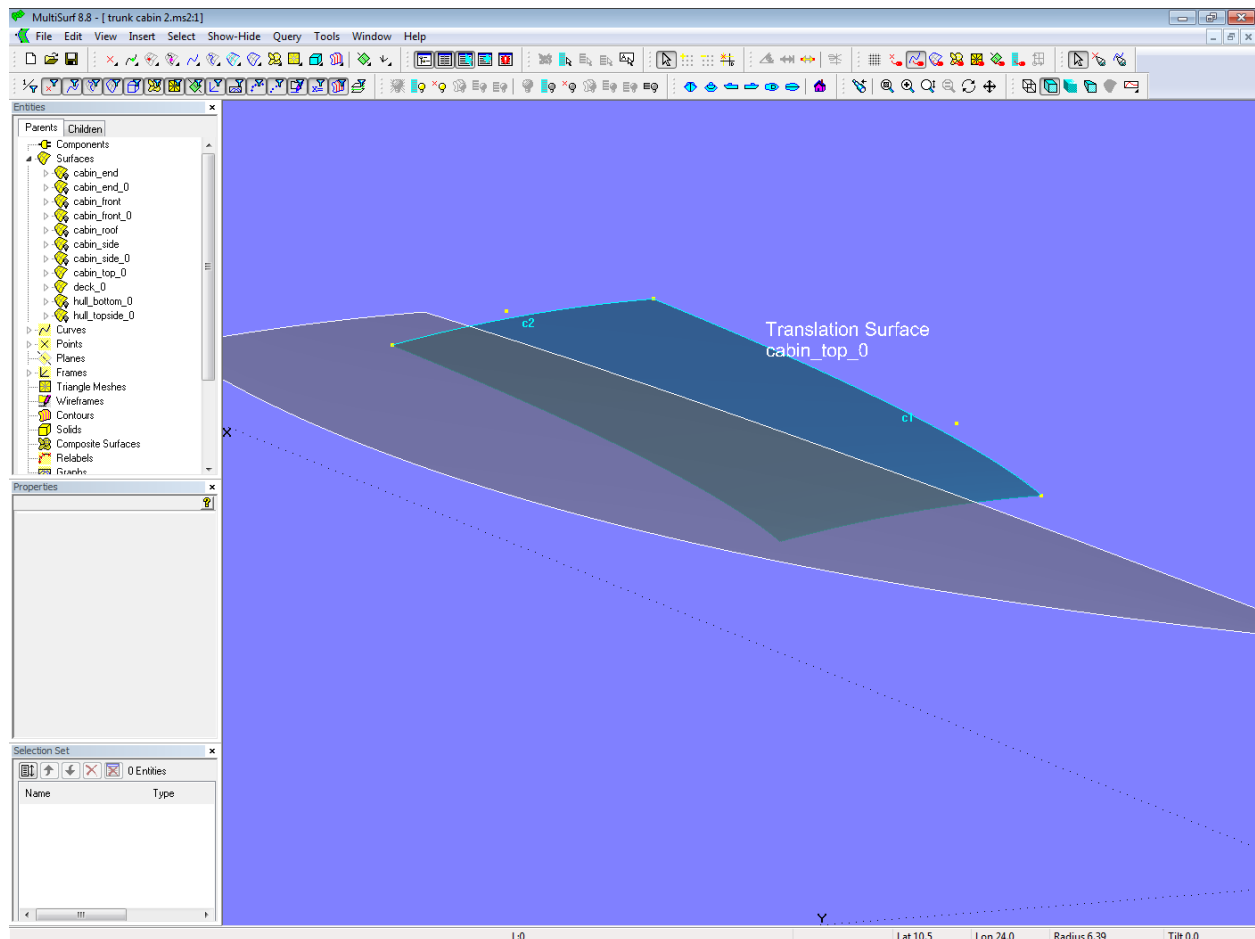
Gibt es geometrische Vorgaben, wie zum Beispiel: Einfall der Seitenwand 10°, Front mit Kreisbucht und Neigung 35°, ist ein Vorgehen wie in Modell *trunk_cabin-2.ms2* möglich.



Modell trunk_cabin-2.ms2 – Basisflächen für Aufbaudach, -seite, -front, und -ende

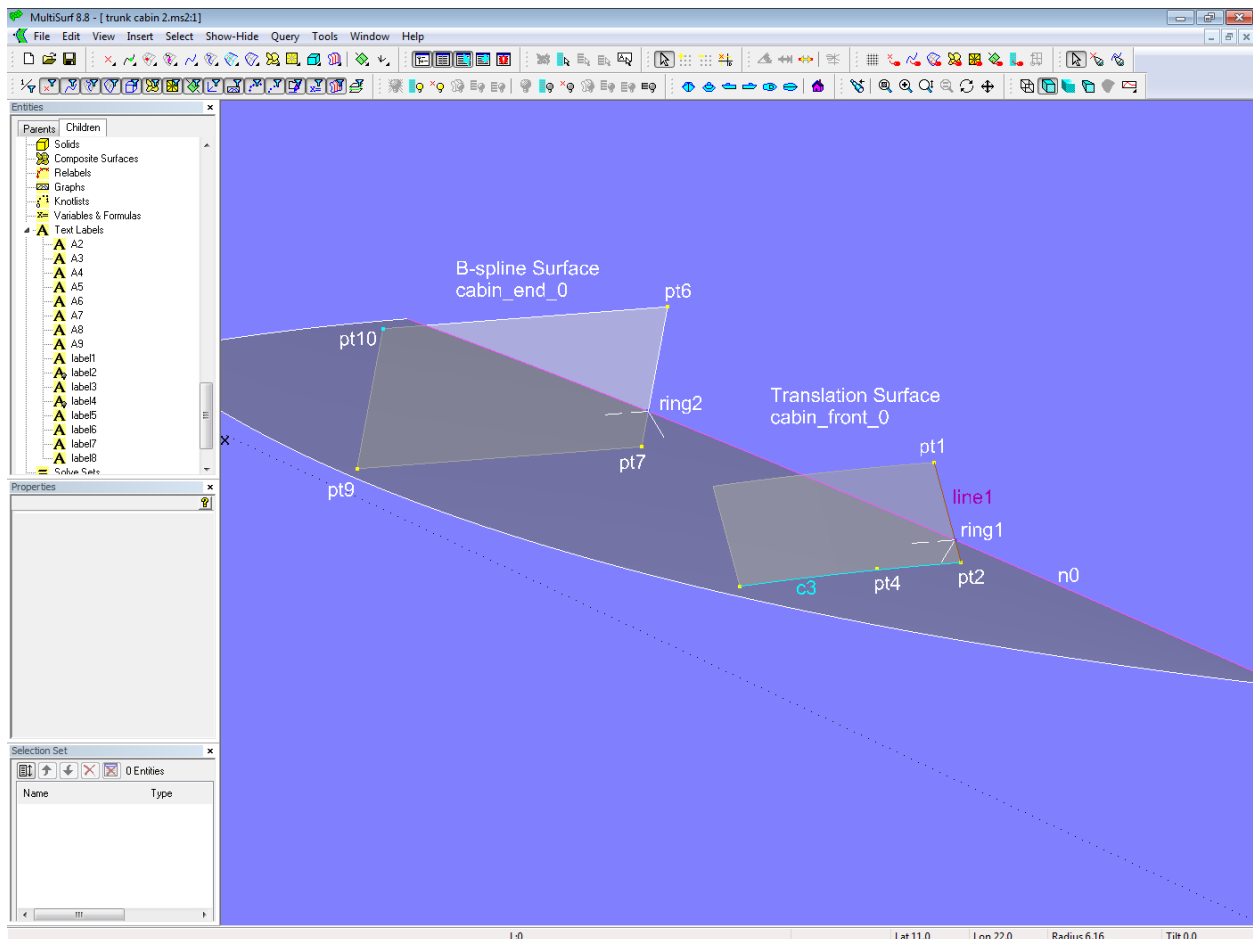
Zunächst werden die Aufbauflächen als etwas größere Flächen erstellt, die jeweils für sich die geforderte Form haben.

Beginnen wir mit dem Aufbaudach. Gefordert sind Deckenbalken, die über einem Mall lamelliert werden sollen. Daher wird eine Translation Surface verwendet. Leitkurve ist B-spline Curve **c1** auf MS, erzeugende Kurve ist Arc **c2** (Kreisbogen). Über die Eigenschaft „Dragging“ sind ihre Kontrollpunkte so festgelegt, das stets **c1** auf MS bleibt und **c2** senkrecht zu MS verläuft.



Modell trunk_cabin-2.ms2 – Konstruktion der Grundfläche für das Aufbaudach

Die Front soll in Position und Neigung veränderbar sein, die Krümmung in Querrichtung die Form eines Kreisbogens haben. Darum wird auf die Snake **n0** der XYZRing **ring1** gesetzt und mit den Punkten **pt1** und **pt3** ein 3-point Frame definiert. Auf diesen Frame beziehen sich die Punkte **pt2**, **pt4** und **pt5**, die den Kreisbogen **c3** bestimmen (hier ist es ein Arc, man könnte aber auch einen RadiusArc verwenden, bei dem man einen gewünschten Radiuswert angeben kann). Zwischen **pt1** und **pt2** ist die Line **line1** aufgespannt. Mit dieser und **c3** ist damit die Translation Surface **cabin_front_0** definiert.

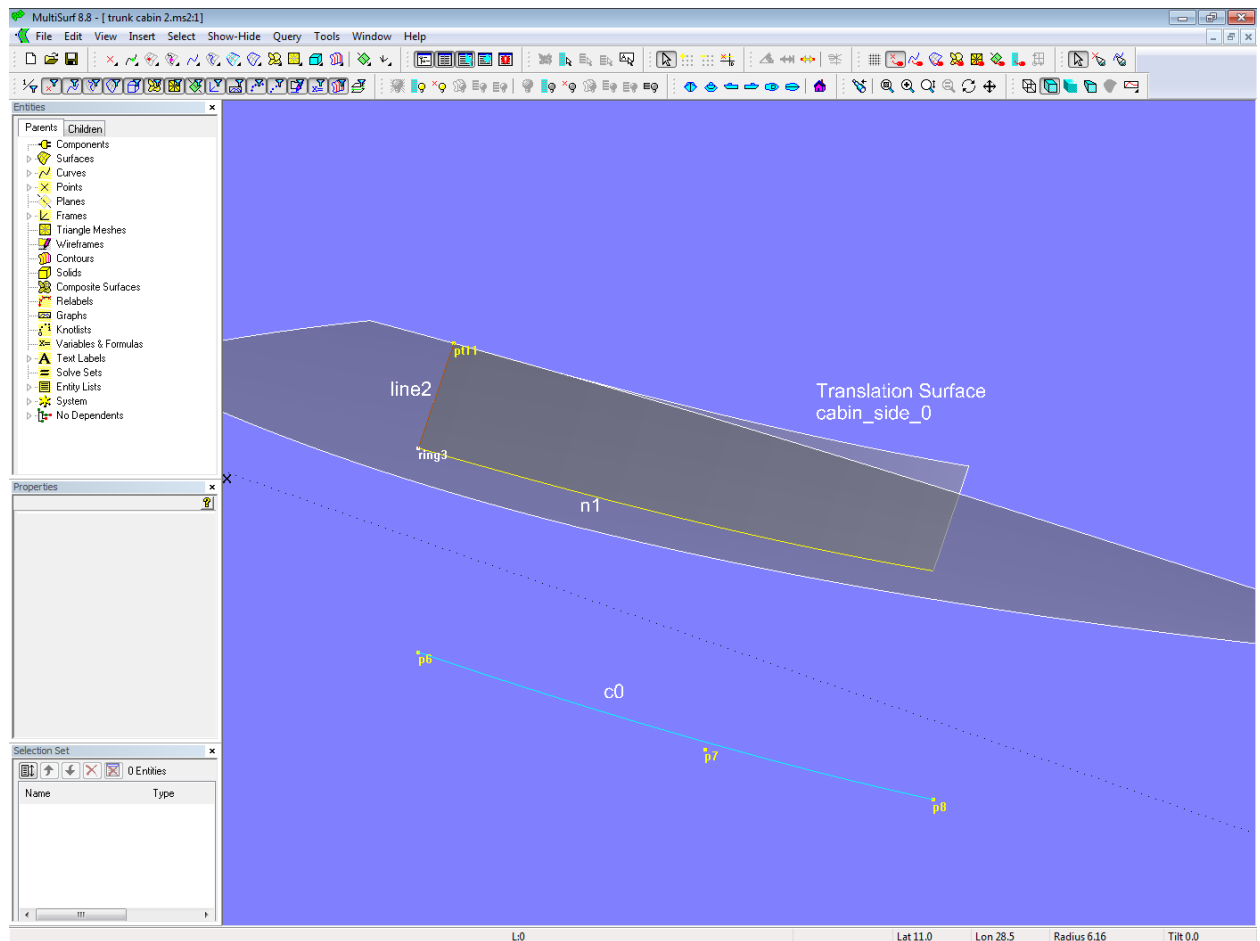


Modell trunk_cabin-2.ms2 – Konstruktion der Grundflächen für Aufbaufront und -ende

Die Aufbaurückwand soll eben sein und nur in der Neigung und Position varierbar. Mit Ring **ring2**, **pt6** und **pt8** ist der hintere 3-point Frame erzeugt, und in diesem liegen die Punkte **pt7** und **pt9**. **pt10** ist ein Copy Point, der für die Ebenheit der rechteckigen B-spline Surface **cabin_end_0** sorgt.

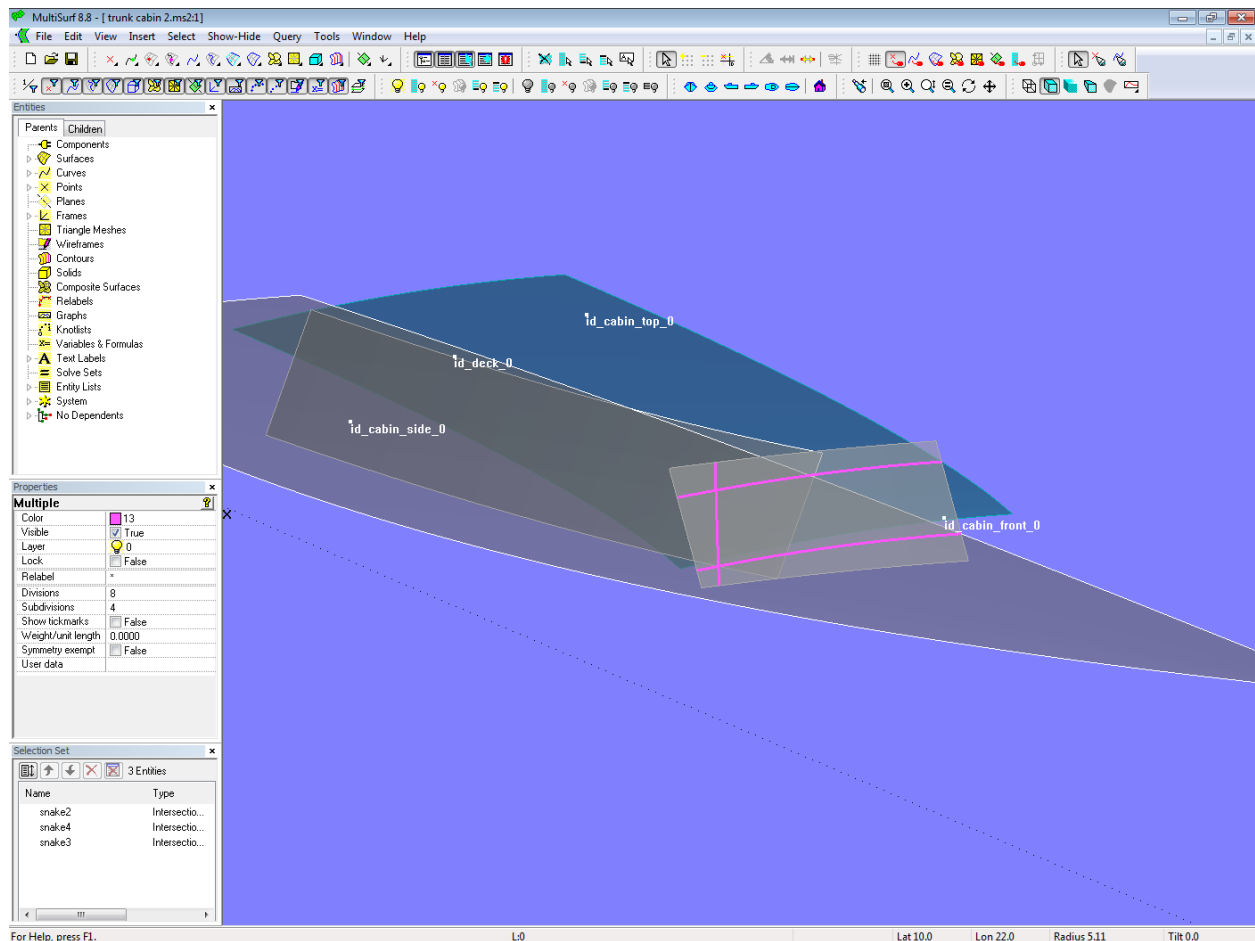
Hinweis: eine ebene rechteckige Fläche lässt sich am einfachsten mit 4 Punkten und einer B-spline Surface vom Typ 1 sowohl in u- wie in v-Richtung erzeugen. Drei der Punkte bestimmen die räumliche Lage der Fläche, der 4. Punkt ist ein Copy Point mit den anderen Punkten als Eltern.

Die Aufbauseite soll eine konstante Neigung nach innen haben. Sie ist ebenfalls eine Translation Surface. Auf der XY-Ebene ist der Verlauf der Unterkante als B-spline Curve **c0** definiert. Diese wird dann auf das Deck als Projected Snake **n1** projiziert. Am hinteren Ende von **c0** liegt der Ring **ring3**, von dem der Punkt **pt11** abhängt, der Höhe und Neigung kontrolliert. Mit der Line **line2** zwischen **ring3** und **pt11** als Erzeugende und der Snake **n1** als Leitkurve ist die Basisfläche **cabin_side_0** der Aufbauseite bestimmt.



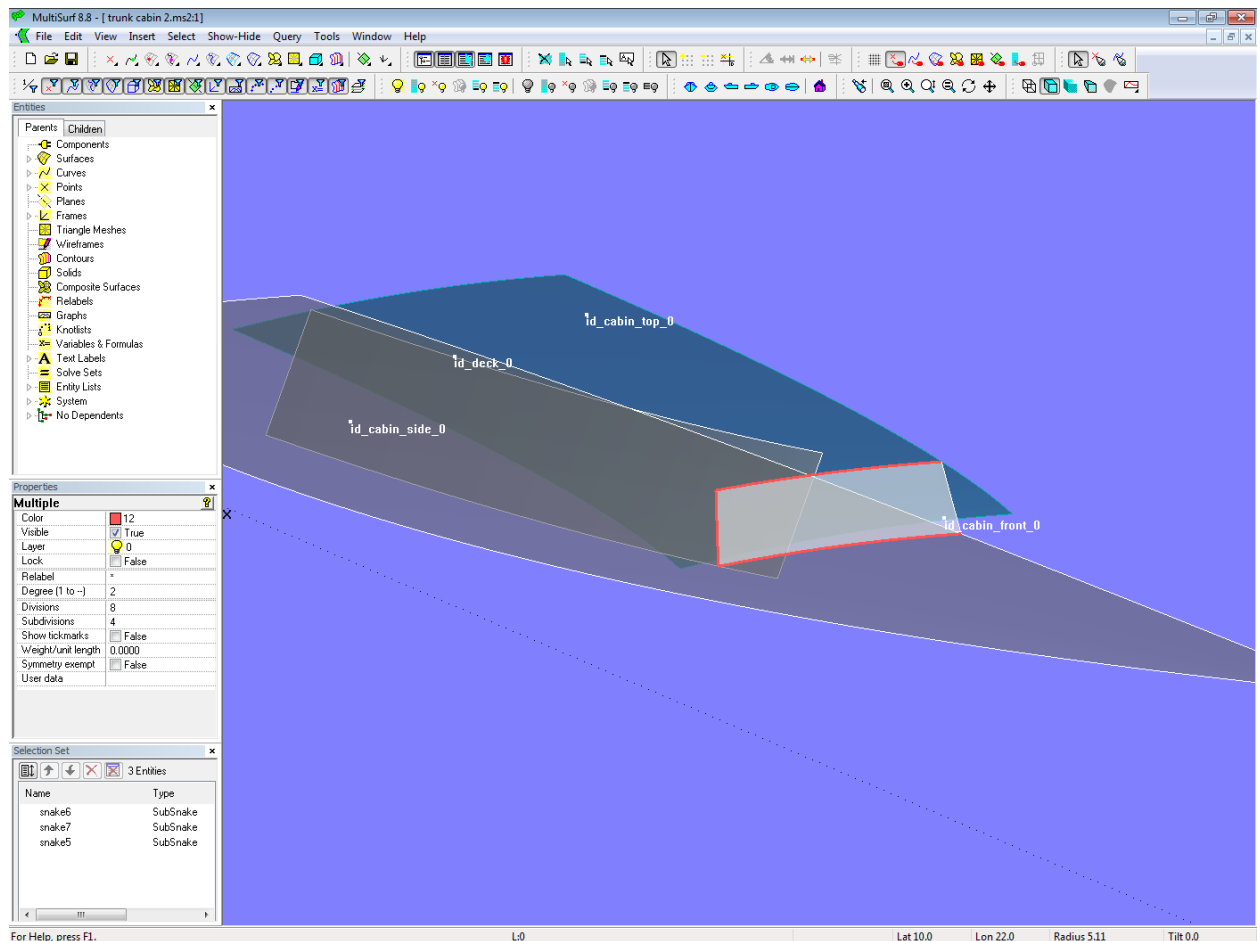
Modell trunk_cabin-2.ms2 – Konstruktion der Grundfläche für die Aufbauseite

Nachdem nun die Grundflächen erzeugt sind, müssen die überstehenden Flächenteile abgeschnitten werden. Betrachten wir zuerst die Front des Aufbaus. Sie wird vom Dach, vom Deck und von der Aufbauseite durchdrungen.



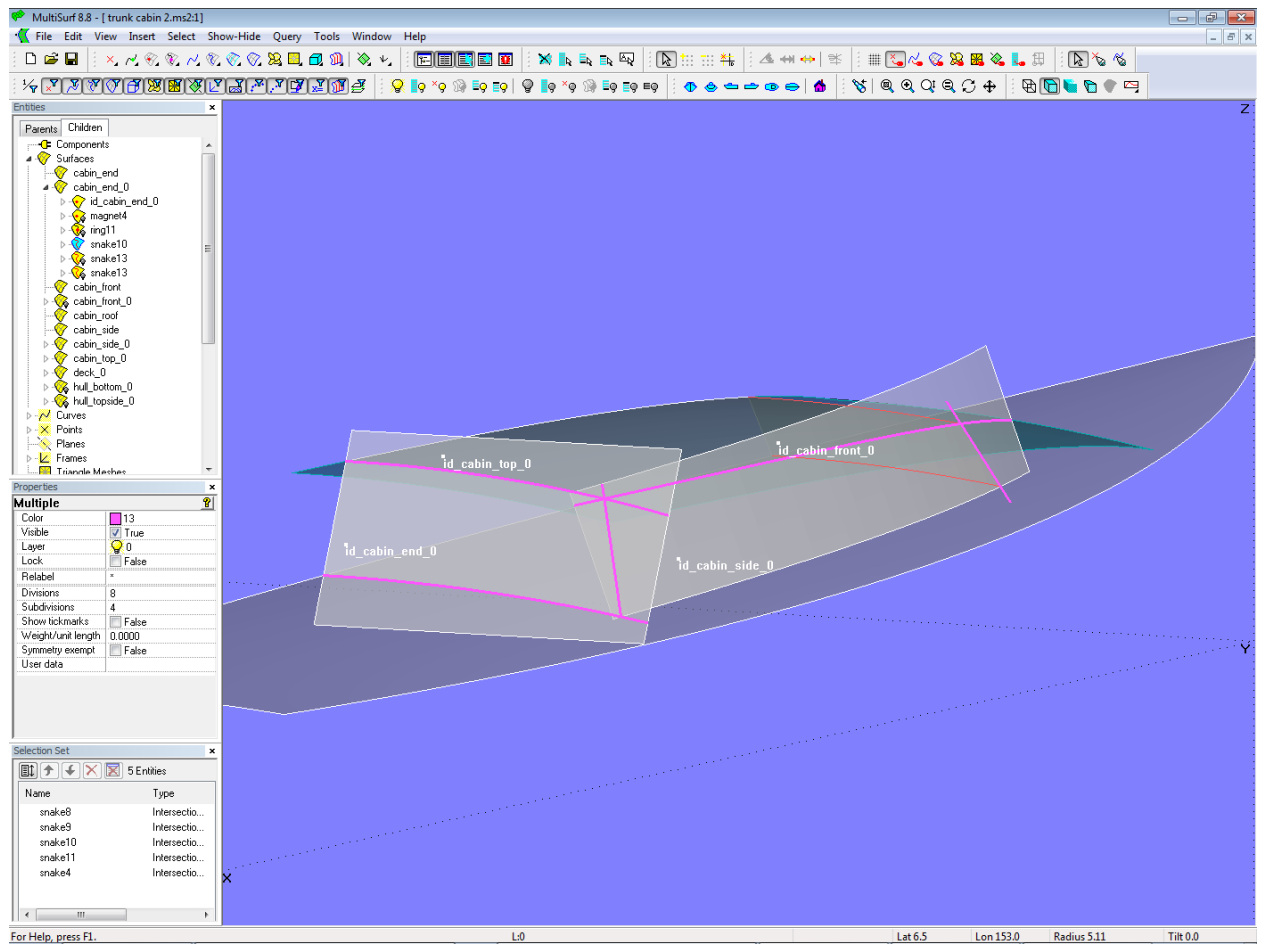
Modell trunk_cabin-2.ms2 – Durchdringung der Aufbaufront mit Deck, Aufbauseite und -dach

Diese Durchdringungen werden durch 3 Intersection Snakes bestimmt, die alle auf der Translation Surface [cabin_front_0](#) liegen. Die nicht überstehenden Teilstücke dieser Snakes werden durch SubSnakes bestimmt, die ihrerseits als die Randkurven für die Trimmed Surface [cabin_front](#) dienen. Diese ist die fertige Frontfläche.

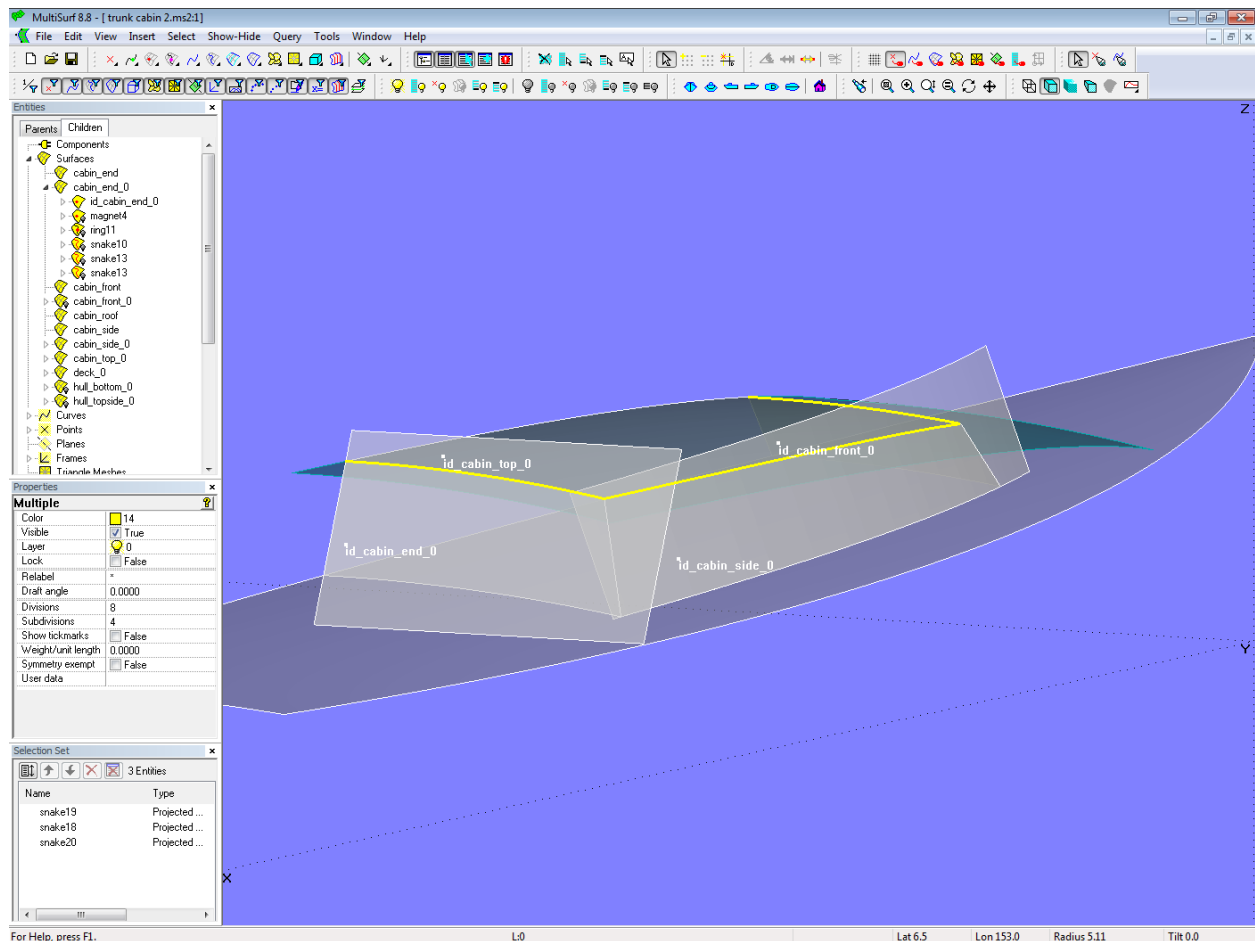


Modell trunk_cabin-2.ms2 – fertige Frontfläche als Trimmed Surface

In gleicher Weise wird mit den anderen Flächen verfahren. Zuerst die Durchdringung mit den benachbarten Flächen bestimmen (Intersection Snakes), dann die nichtüberstehenden Kurvenstücke als SubSnakes erzeugen, und mit diesen dann die fertigen Flächen als Trimmed Surface.

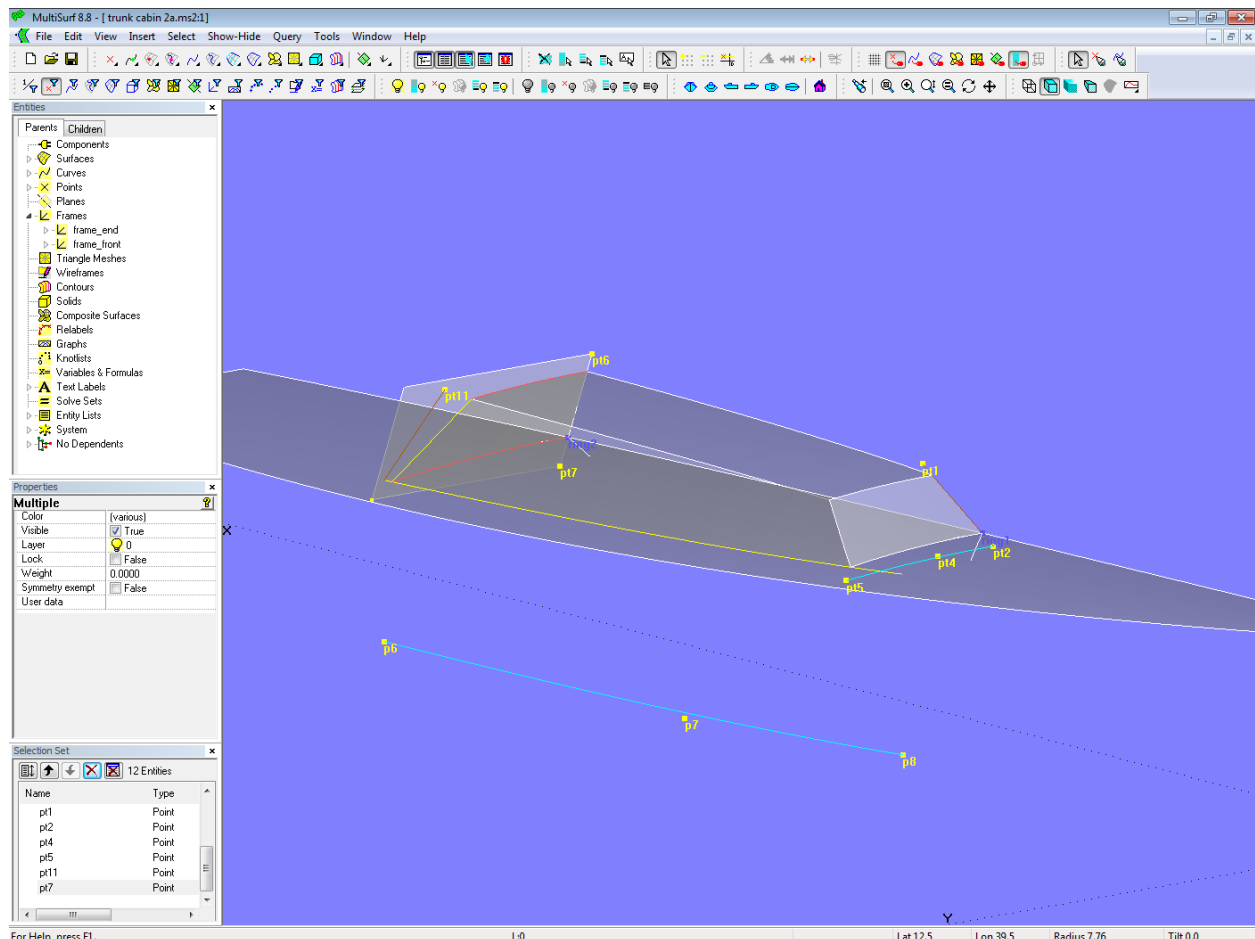


Modell trunk_cabin-2.ms2 – Durchdringung der Grundflächen von Deck, Dach, Seite und Aufbauende



Modell trunk_cabin-2.ms2 – Verwendung von bereits erzeugten SubSnakes für die Trimmed Surface *cabin_top*

Beim Aufbaudach muß man deren Grundfläche nicht ihrerseits mit den anderen Grundflächen schneiden, sondern man kann die entsprechenden SubSnakes der anderen Flächen auf das Dach projizieren (Projected Snake). Das erspart wiederholte Arbeit.



Modell trunk_cabin-2.ms2 – fertige Flächen und ihre definierenden Kurven und Punkte

Es ist zweckmäßig, von den Objekten, die den Aufbau in seiner Form bestimmen, eine Entity List zu machen. Dann kann man rasch all die Punkte und Kurven auf den Bildschirm bringen, die ausschließlich die Form und Lage der einzelnen Flächen kontrollieren. Hilfspunkte wie Ringe zum Trimmen von Intersection Snakes, diese selbst oder SubSnakes brauchen nicht angezeigt werden, das sind nur Sachen im Hintergrund. Von Hauptinteresse ist das fertige Teil und die Kurven und Punkte (Ziehpunkte), die die Form bestimmen.

Die Objekte einer Entity List lassen sich schnell folgendermaßen anzeigen:

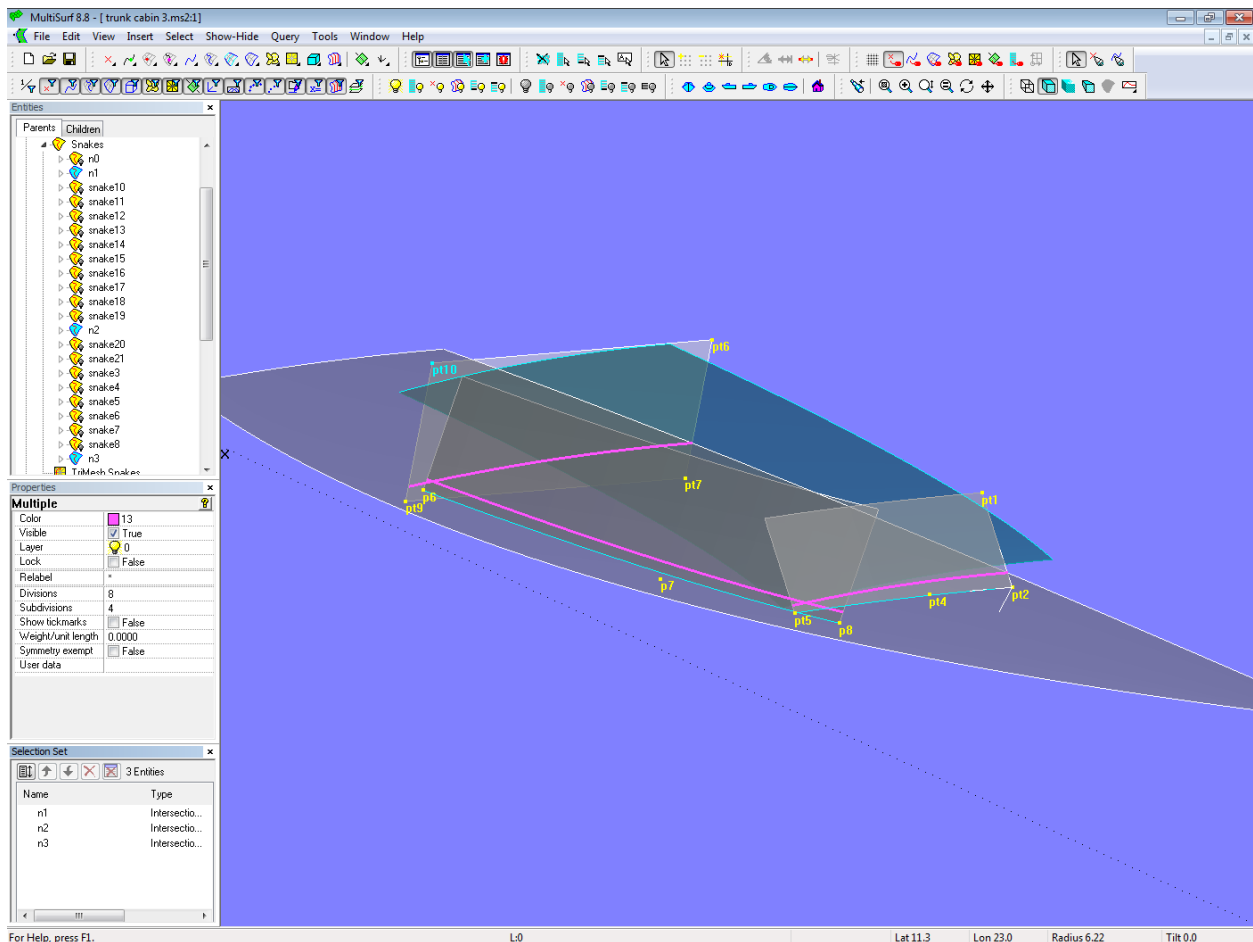
- im Entities Manager einen Rechts-Mausklick auf den Namen der Liste, dann im Kontextmenü „Show Parents“ auswählen, oder
- im Entities Manager auf den Namen der Liste klicken, dann in der “Show-Hide”-Toolbar einen Klick auf die Schaltfläche „Show Parents“

Im vorliegenden Modell ist die Unterkante der Aufbauseite eine Projected Snake auf dem Deck. Das hat den Vorteil, daß man unmittelbar erkennt, wo die Seite auf das Deck stößt. Man kann direkt sehen, wie breit das Gangbord ist.

Durch die beiden Ringe wird direkt angegeben, wo Front und Ende des Aufbaus auf MS liegen.

Wird das Deck aber etwas geändert, z. B. die Bucht etwas vergrößert, dann ändert sich die Lage der Snake in der Höhe, und damit wandert die Unterkante Aufbauseite auch etwas nach oben. Zwar bleiben die Ringe auf MS an ihrer Längsposition, aber sie verschieben sich etwas nach oben, ziehen ihre Frames mit, und alles, was davon abhängt.

Im Modell *trunk_cabin-3.ms2* sind dagegen alle Basisflächen vom Deck unabhängig. Sie sind im Prinzip in gleicher Weise wie vorangehenden Beispiel definiert, aber die Unterkante Aufbauseite liegt unter der Decksfläche. Auch ist die Lage von Front- und Endfläche nur indirekt durch die Punkte *pt2* und *pt7* angegeben.



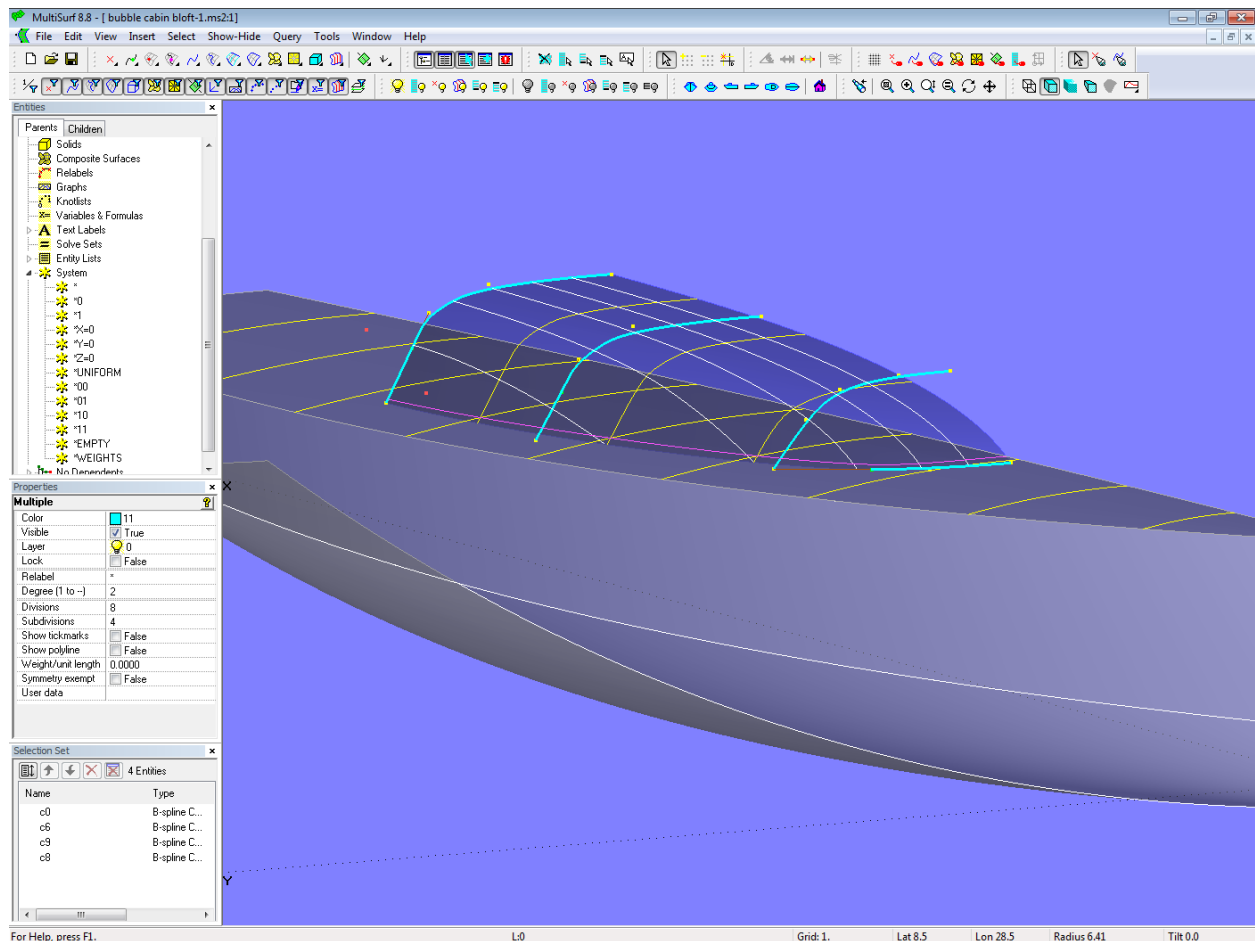
Modell *trunk_cabin-3.ms2* – Basisflächen eines Aufbaus, dessen geometrische Form vom Deck unabhängig ist

Wie an den Intersection Snakes erkennbar, werden bei einer Änderung der Decksform die Grundflächen des Aufbaus mehr oder weniger tief in das Deck eintauchen. Aber sonst bleibt die Aufbaugeometrie unverändert. Was sich ändern wird, ist die Gangbordbreite und die Aufbauhöhe über Deck.

3 – Der Freiform-Aufbau

B-spline Lofted Surface mit querlaufenden Mcs

Beim kastenförmigen Aufbau gab es separate Flächen für Front, Seite und Dach. In Modell *bubble_cabin_bloft-1.ms2* werden diese 3 Elemente durch eine einzige Fläche vom Typ B-spline Lofted Surface gebildet. Dies ermöglicht runde, weiche Übergänge zwischen Aufbaufront, -seite und -dach.

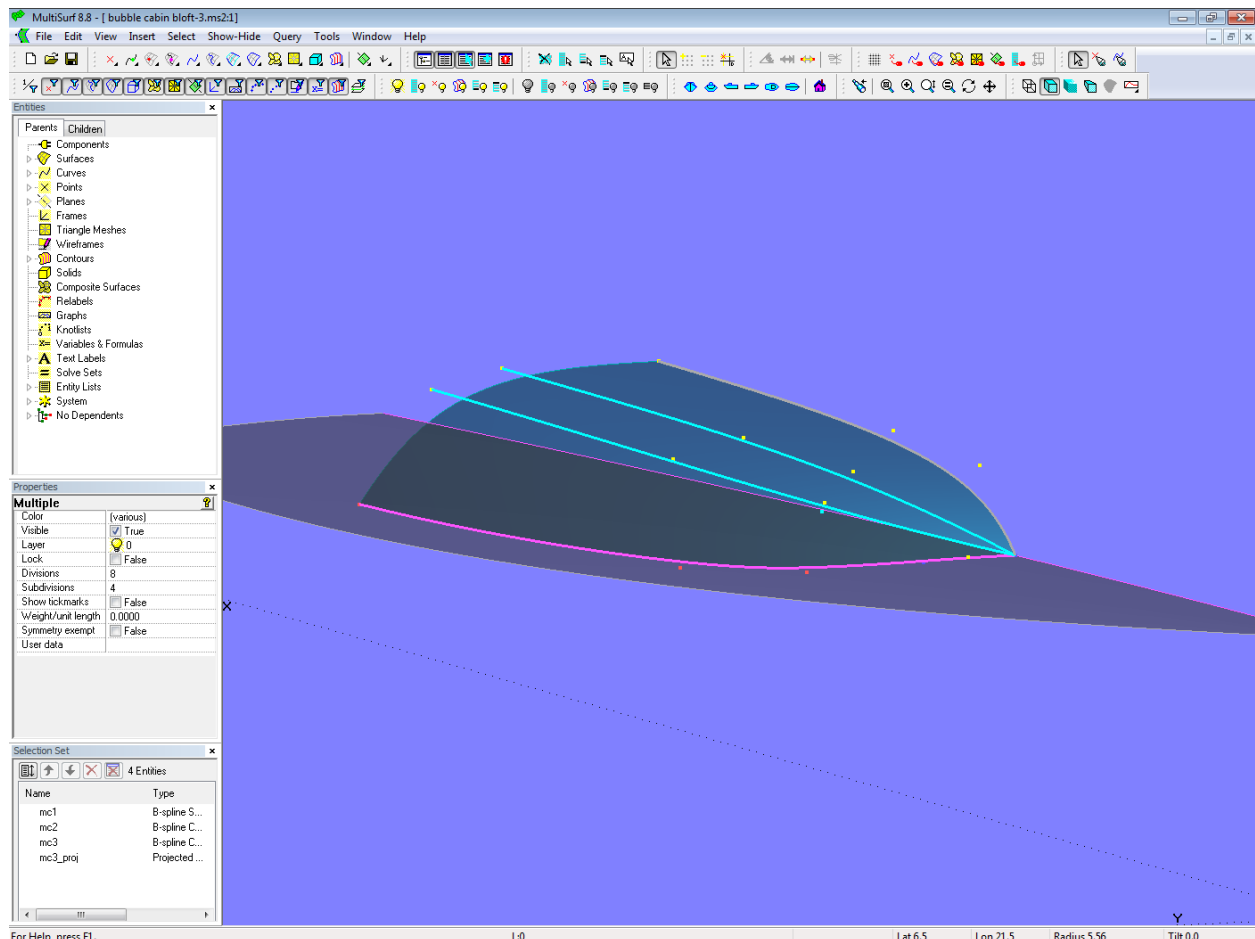


Modell bubble_cabin bloft-1.ms2 – Anordnung der Masterkurven

Die Stützkurven der B-spline Lofted Surface sind hier 4 B-spline Mcs, die in Querrichtung verlaufen. Die Mc-Anordnung ähnelt derjenigen für eine um 90 Grad gedrehte Rumpfhälfte.

B-spline Lofted Surface mit längslaufenden Mcs

In Modell *bubble_cabin_bloft-2.ms2* verlaufen die Stützkurven in Längsrichtung. Das ermöglicht, eine Mc als Snake auf das Deck zu legen, so daß man den Aufbau nicht extra am Deck abzuschneiden braucht.

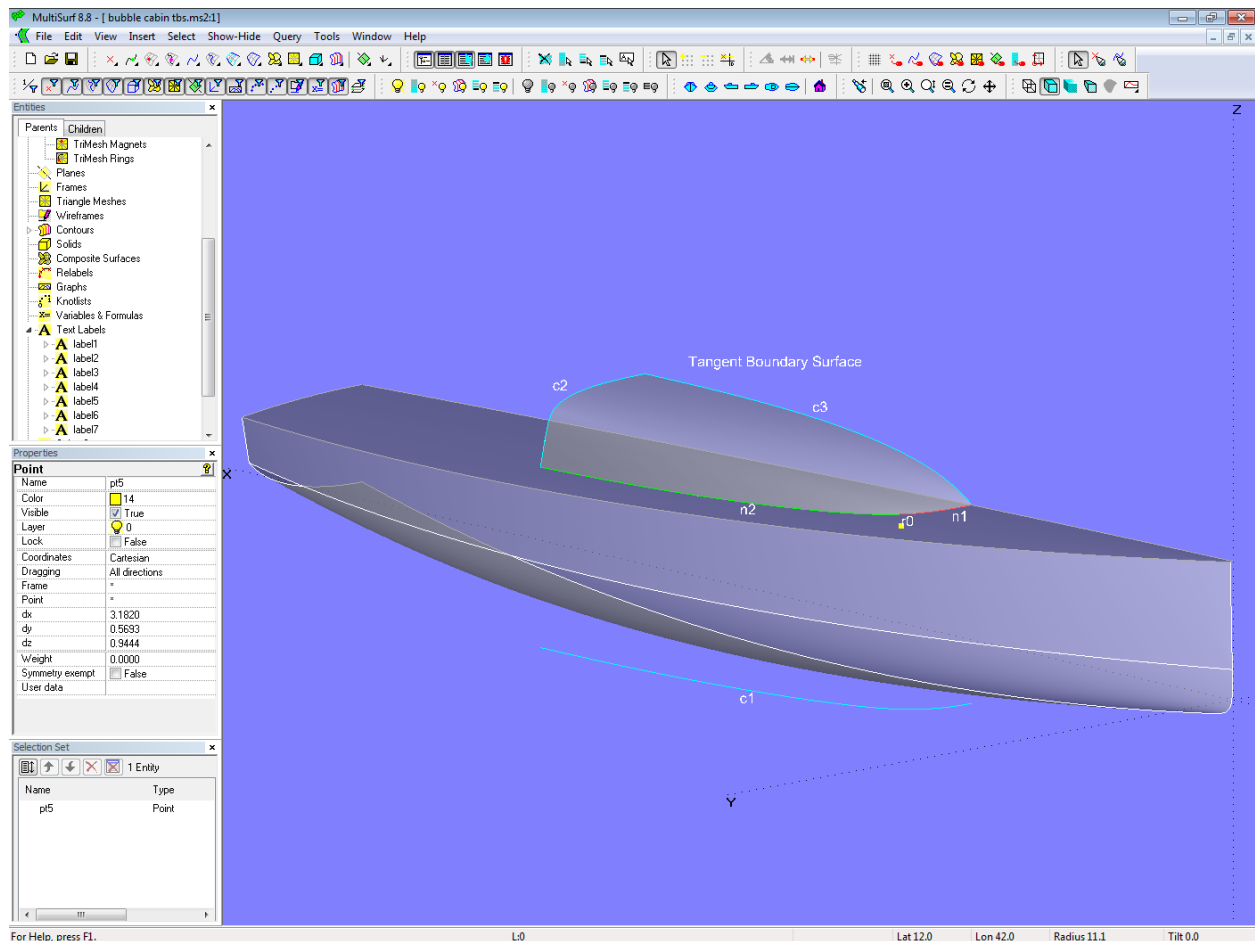


Modell *bubble_cabin_bloft-2.ms2* – Anordnung der Masterkurven

Tangent Boundary Surface

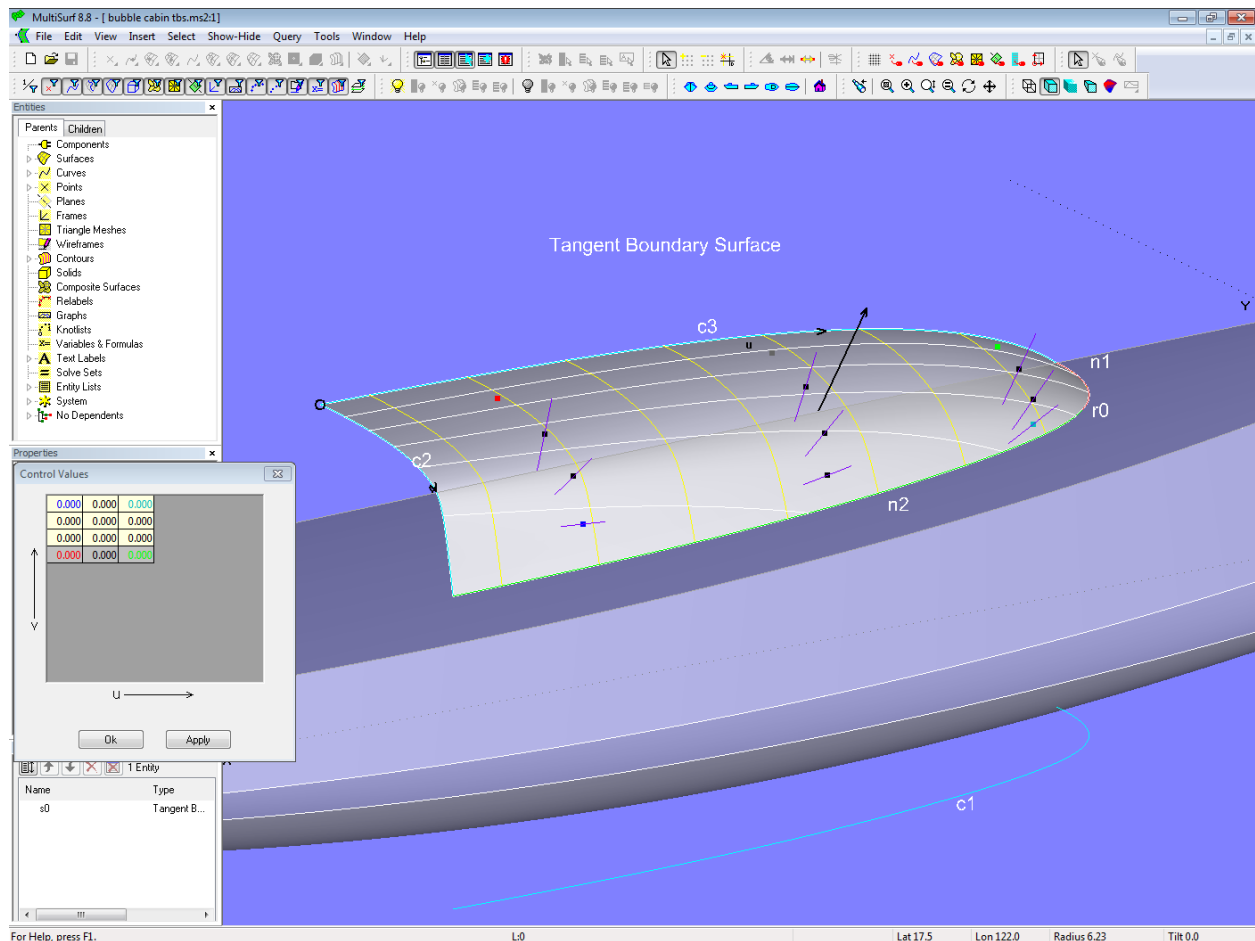
Die Konstruktion des ultimativen Bubble-Aufbaus ermöglicht der Flächentyp Tangent Boundary Surface. Zum einen wird die Form durch ihre 4 Randkurven definiert. Zum anderen kann durch innere Kontrollpunkte die Fläche beliebig verformt werden.

Im Modell *bubble_cabin_tbs.ms2* wird zuerst die Form der Unterkante des Aufbaus als Kurve **c1** erzeugt, diese dann als Projected Snake **n0** auf das Deck projiziert. Der Ring **r0** teilt die Projected Snake **n0** in die beiden SubSnakes **n1** und **n2**. Hinterkante Aufbau bestimmt die B-spline Curve **c2**, den Verlauf der Kontur auf der Mittschiffsebene die B-spline Curve **c3**. Damit sind die 4 Randkurven der Tangent Boundary Surface gegeben.



Modell bubble_cabin_tbs.ms2 – Freiform-Aufbau als Tangent Boundary Surface; Anordnung der Randkurven

Ist die Form noch nicht wie gewünscht, dann kann über innere Kontrollpunkte (Anzahl in u- und v-Richtung wählbar) die Fläche verändert werden.

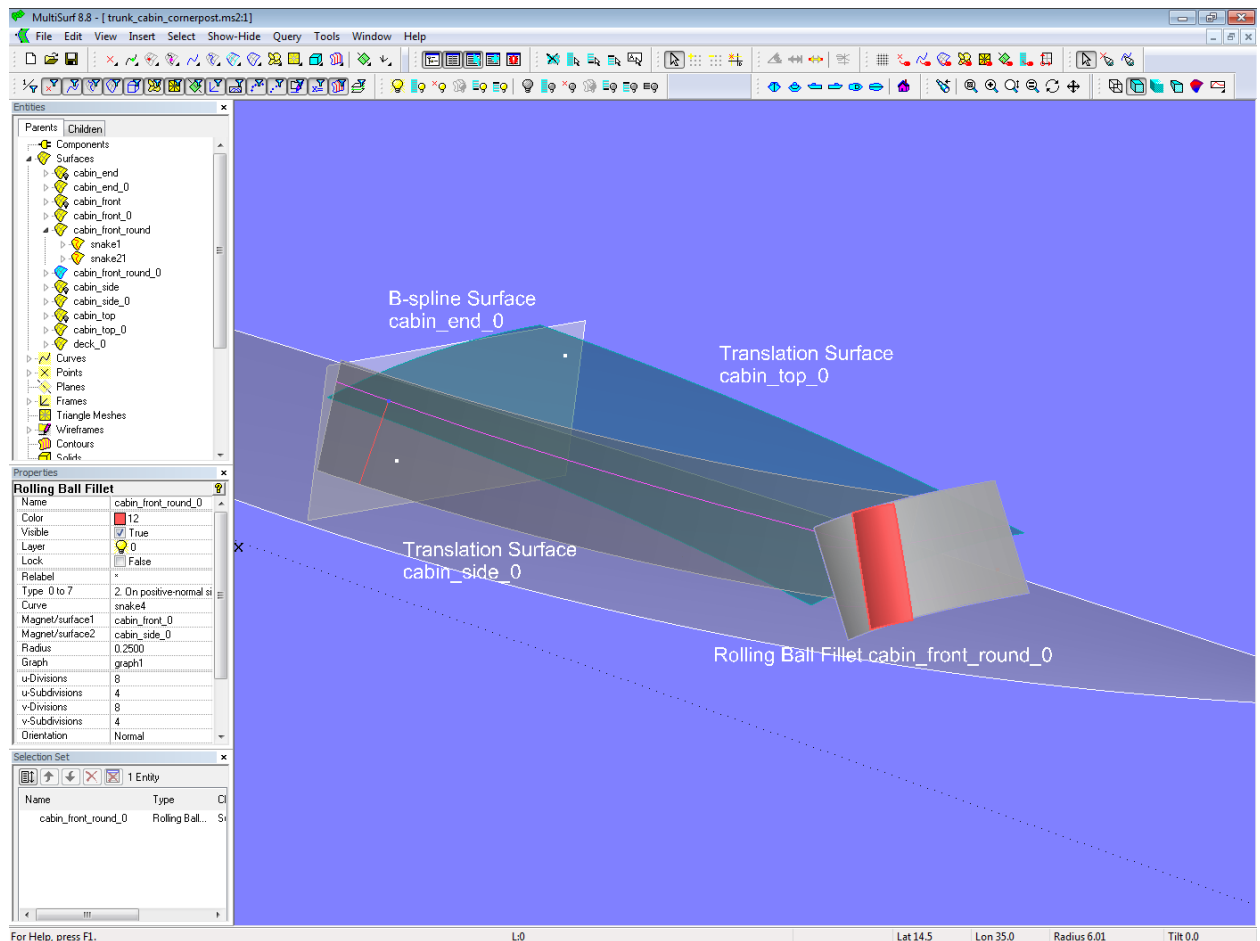


Modell bubble cabin tbs.ms2 – die innere Form einer Tangent Boundary Surface kann durch zusätzliche interne Kontrollpunkte gestaltet werden.

4 - Etwas komplexere Aufbauten

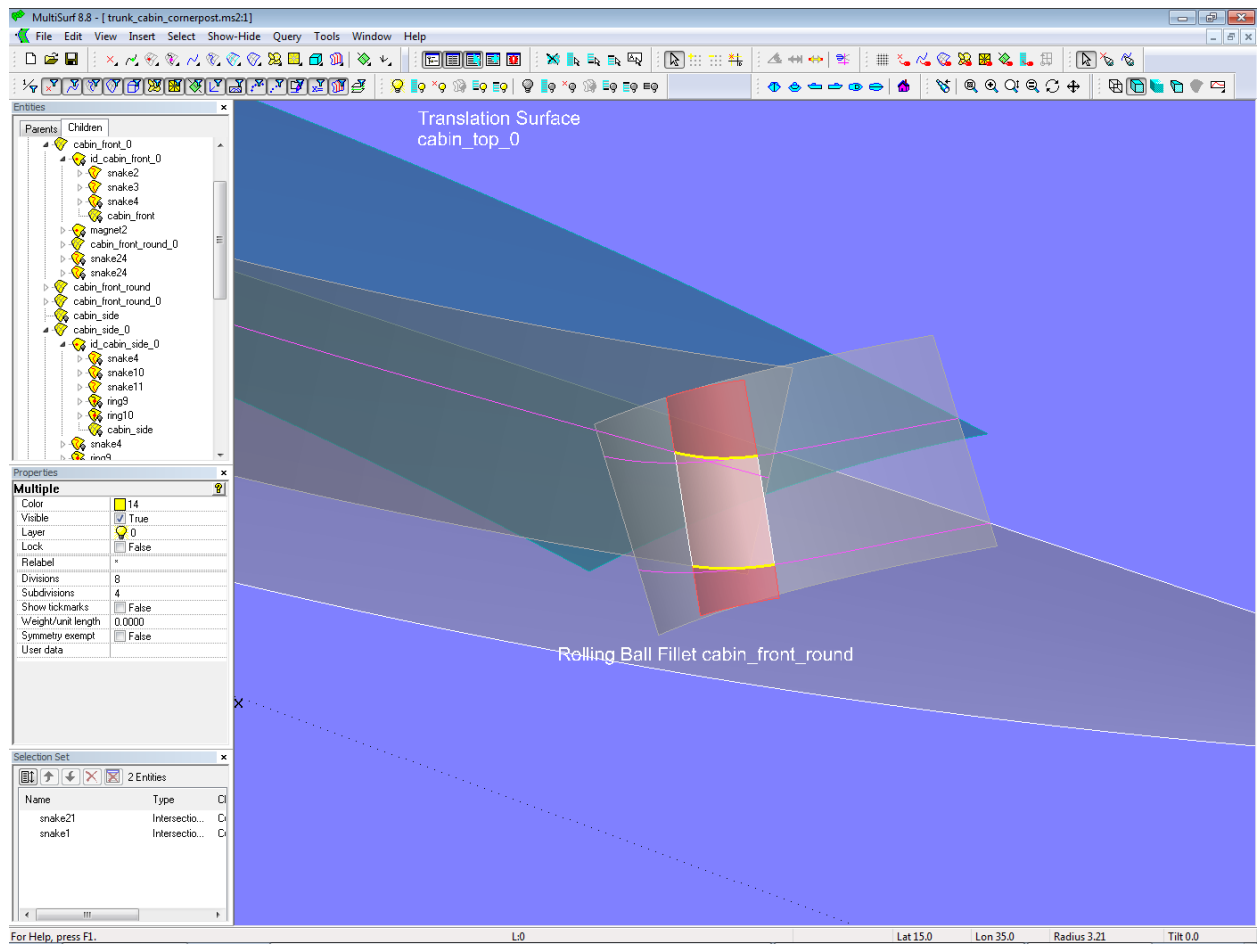
Abgerundete Front

Ein kastenförmiger Aufbau wie in den *trunk_cabin*-Modellen kann abgerundete Ecken haben. Modell *trunk_cabin_cornerpost.ms2* zeigt, wie man so etwas machen kann. Der Grundaufbau ist der gleiche, getrennte Basisflächen für Seite, Front usw. Hinzu kommt die Fläche *cabin_front_round* vom Typ Rolling Ball Fillet zwischen Frontwand und Seitenwand. Wie der Name andeutet, kann man sich diese Fläche entstanden denken durch eine Kugel, die zwischen beiden Flächen abrollt und dabei eine Abrundung überstreicht, die sich zwischen dem Pfad aller Berührungspunkte auf der einen Fläche und dem Pfad aller Berührungspunkte auf der anderen Fläche erstreckt.

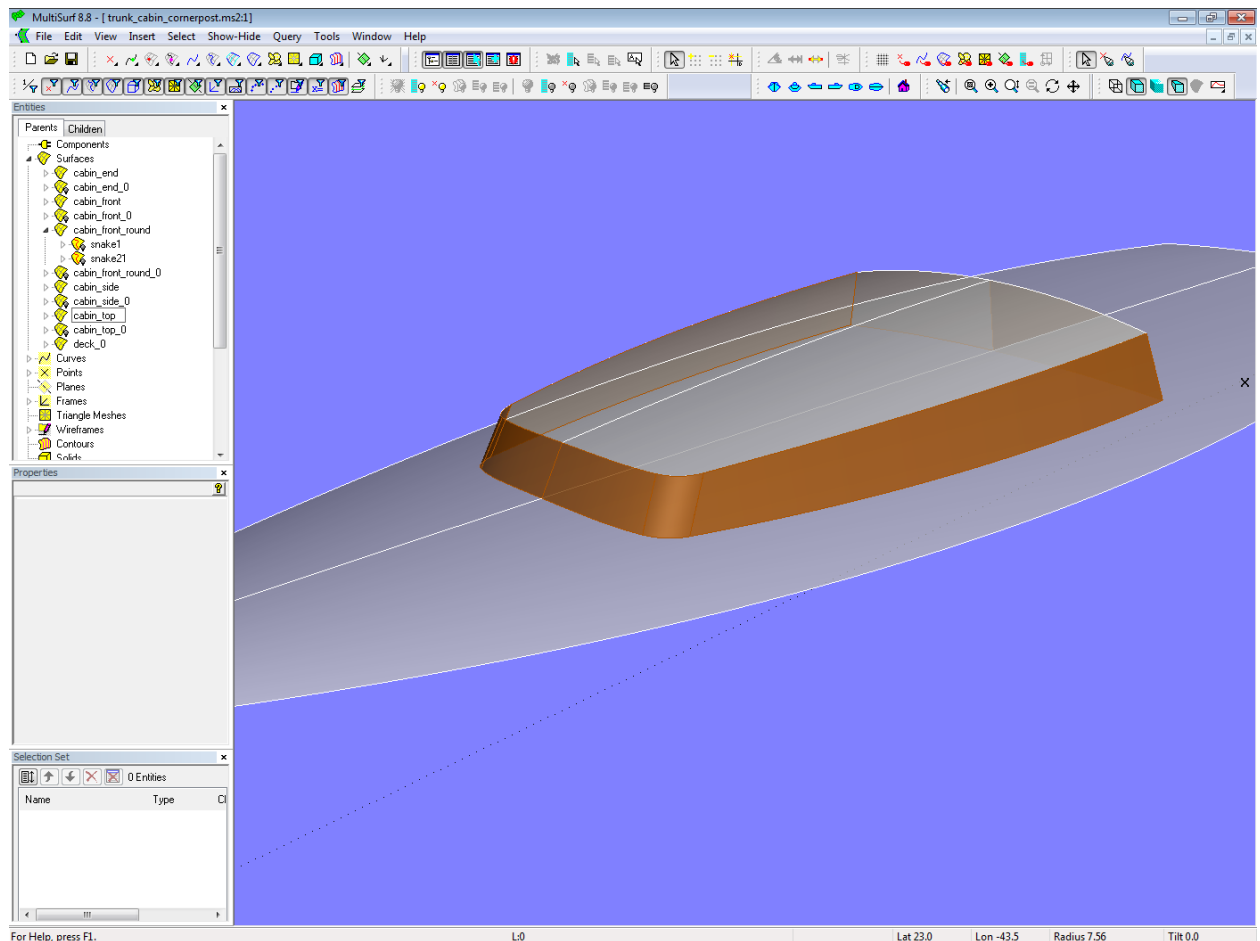


Modell trunk_cabin_cornerpost.ms2 – Basisfläche der Abrundung zwischen Aufbaufront und –seite

Wie bei den anderen Flächen auch wird die Abrundung mit den angrenzenden Flächen zum Schnitt gebracht (Intersection Snakes) und dann der gewünschte Flächenteil als SubSurface oder Trimmed Surface erzeugt.



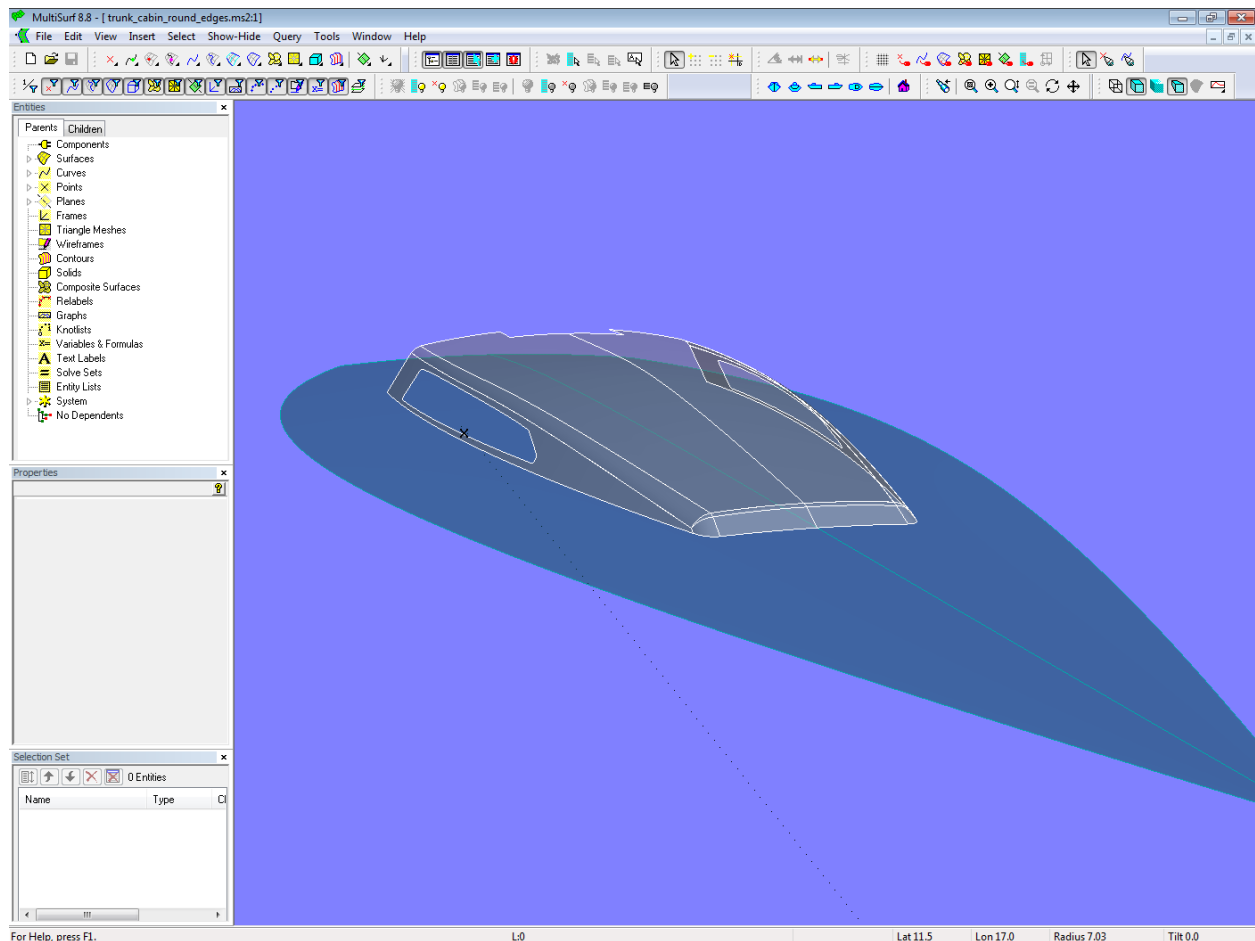
Modell trunk_cabin_cornerpost.ms2 – Abrundung geschnitten an Deck und Aufbaudach (SubSurface)



Modell *trunk_cabin_cornerpost.ms2* – fertige Aufbauflächen

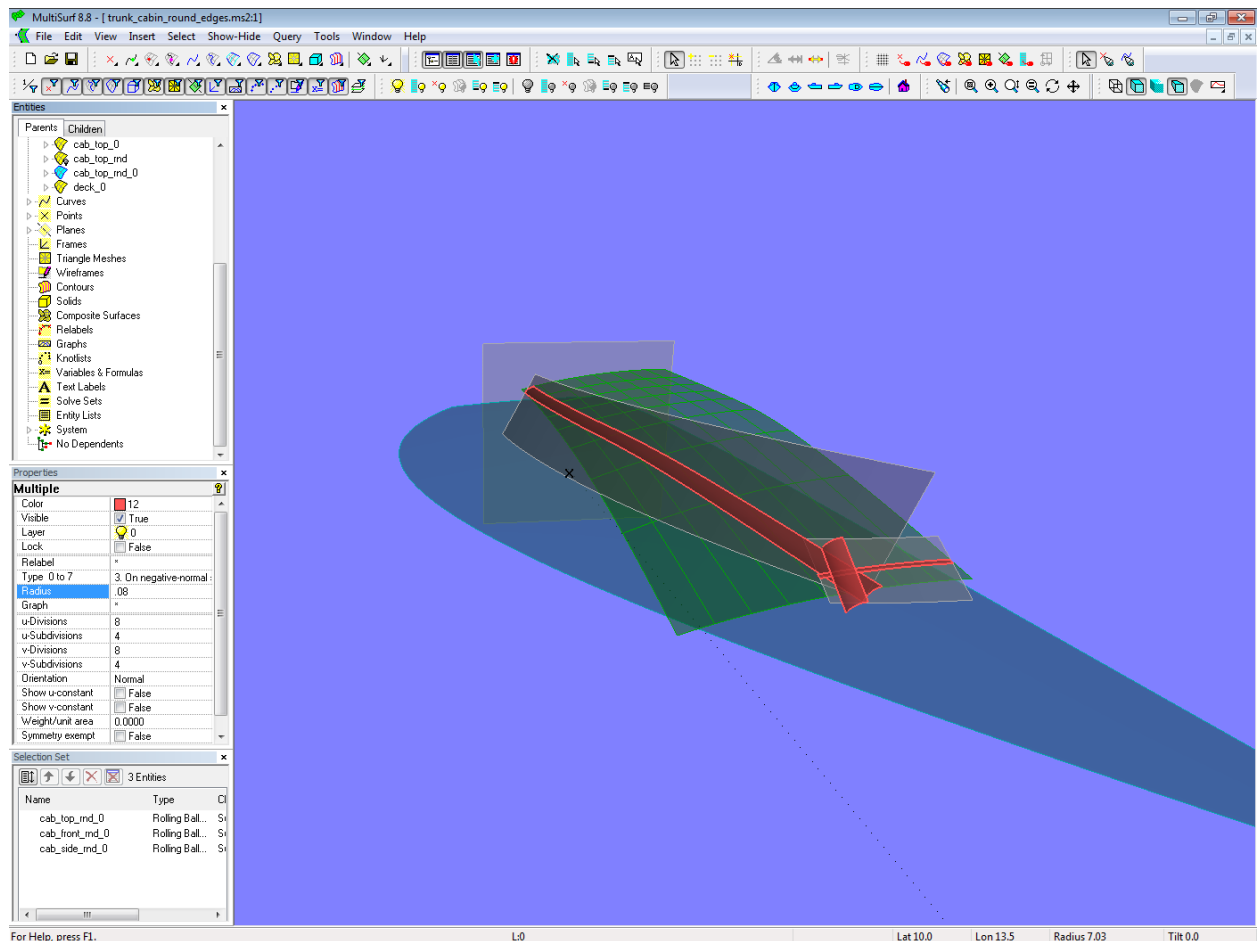
Abgerundete Aufbaukanten

Mit dem Flächentyp Rolling Ball Fillet lassen sich auch die Kanten entlang des Aufbaudaches abrunden. Modell *trunk_cabin_round_edges.ms2* zeigt ein Beispiel.



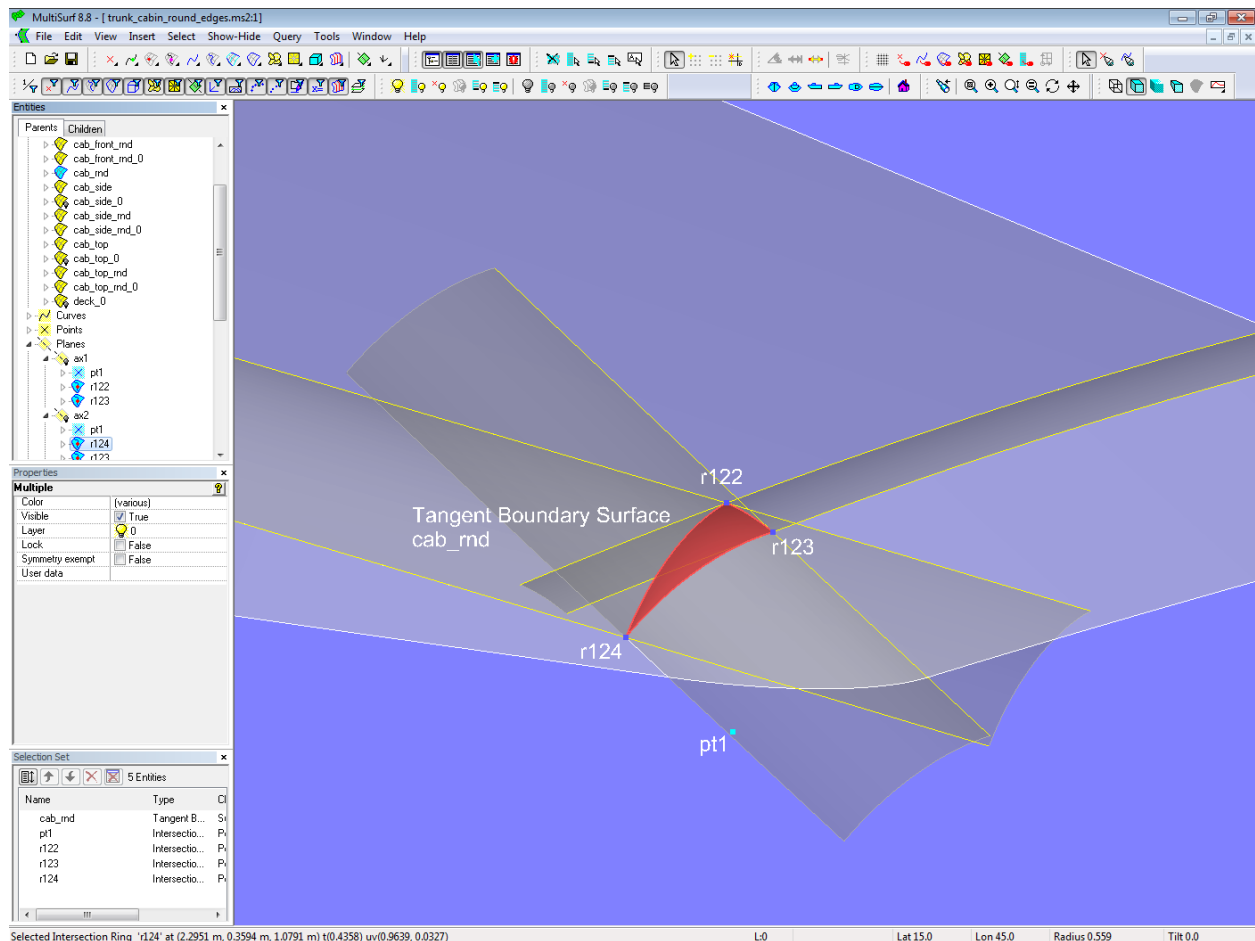
Modell trunk_cabin_round_edges.ms2 – Abrundung der Aufbauanten mit Rolling Ball Fillets

Zu den Grundflächen des Aufbaus kommen drei Abrundungsflächen hinzu: das Rolling Ball Fillet `cab_top_rnd_0` zwischen Aufbaudach `cab_top_0` und Aufbaufront `cab_front_0`, das Rolling Ball Fillet `cab_front_rnd_0` zwischen Aufbauseite `cab_side_0` und Front sowie das Rolling Ball Fillet `cab_side_rnd_0` zwischen Dach und Seite. Alle Fillets haben den gleichen Radius.



Modell trunk_cabin_round_edges.ms2 – die Abrundungsflächen treffen in der Ecke zwischen Seite, Dach und Front des Aufbaus zusammen.

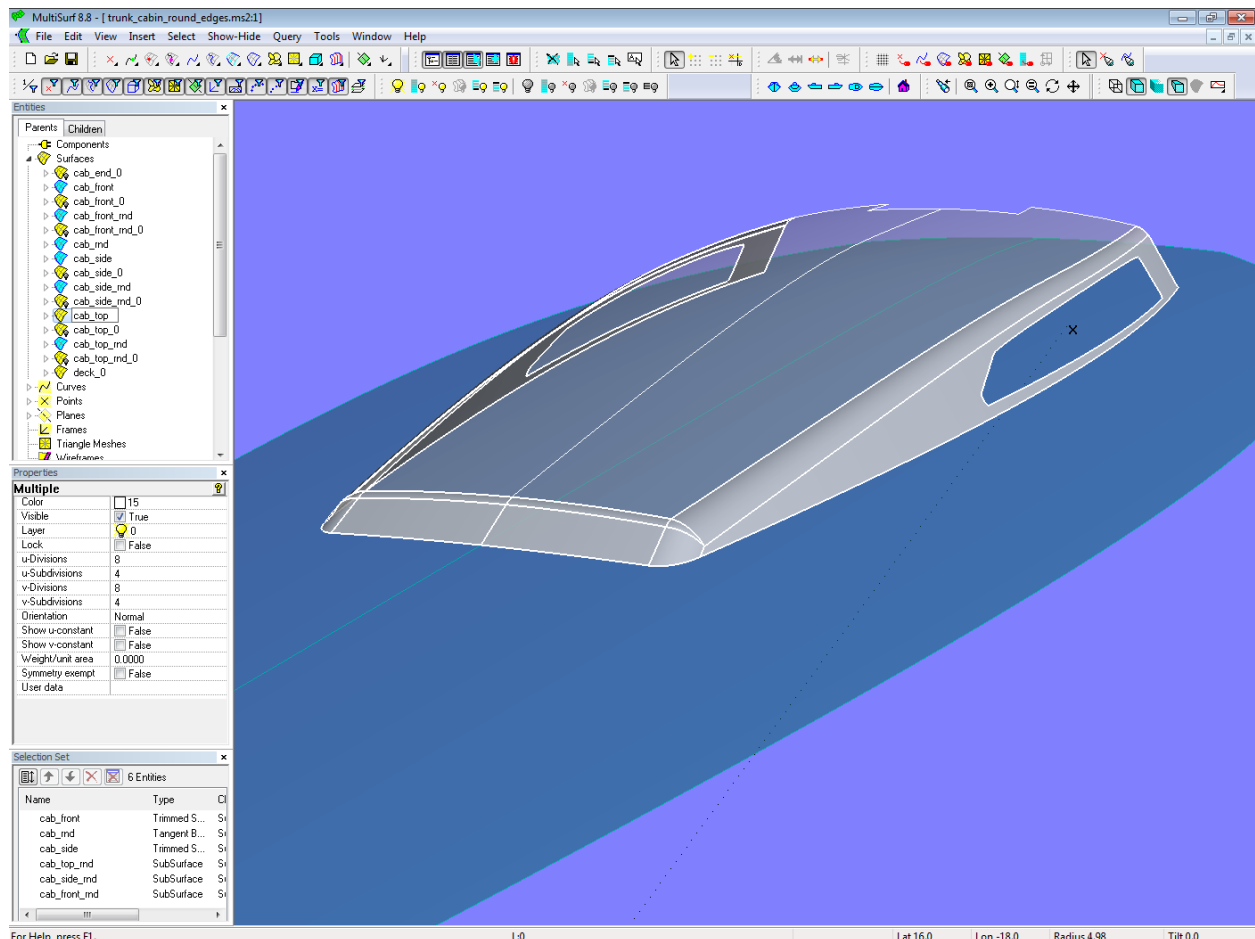
Die Abrundungen treffen in der Ecke zwischen Dach, Seite und Front aufeinander.



Modell *trunk_cabin_round_edges.ms2* – Kugeldreieck zwischen den Abrundungsflächen in der Ecke von Seite, Dach und Front

Die Kugel, die entlang der Durchdringung von Aufbauseite und Aufbaudach rollt, stößt vorne gegen die Frontwand (**r123**), ihre Abrundungsfläche endet also vor der Front. Läuft die Kugel entlang dem Schnitt von Dach und Front, stößt sie gegen die Seite (**r124**), ihre Abrundungsfläche endet also vor der Seite. Rollt sie entlang dem Schnitt von Seite und Front, stößt sie gegen das Dach (**r122**), ihre Abrundungsfläche endet also vor dem Dach. Es entsteht so eine Lücke zwischen den 3 Abrundungsflächen. Geschlossen wird diese Lücke durch einen Teil der Oberfläche der in der Ecke feststehenden Kugel (Mittelpunkt **pt1**); die Abrundung hier ist ein Kugeldreieck.

Im Modell *trunk_cabin_round_edges.ms2* wird dieses Kugeldreieck durch die Tangent Boundary Surface **cab_rnd** erzeugt.



Modell trunk_cabin_round_edges.ms2

Aufbaufront mit ebenen Fenstern

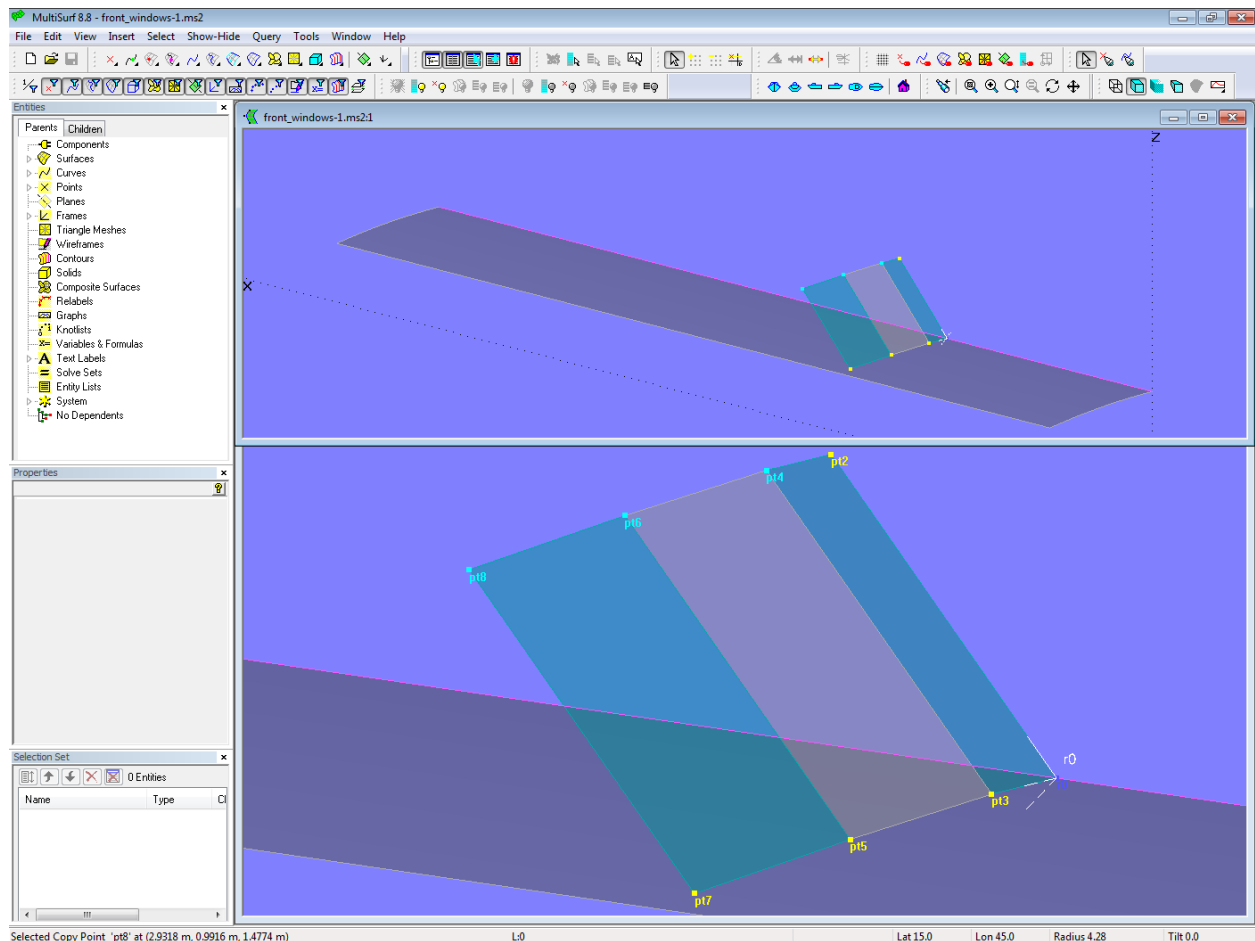
Im Modell *front_windows-1.ms2* wird gezeigt, wie sich am einfachsten Flächen für Frontfenster erzeugen lassen. Bedingung ist, daß sie eben und rechtwinklig sein sollen.

Startpunkt ist der XYZRing **r0** auf Mitte Deck. Von diesem hängt der Punkt **pt2** auf der Mittschiffsebene ab, er kontrolliert die Neigung des inneren Fensters. Zusammen mit dem Punkt **pt1** bestimmen sie den 3-point Frame **F0**, auf den sich dann alle weiteren Punkte beziehen.

Die halbe Breite des Fensters auf MS bestimmt der Punkt **pt3**. Damit das Fenster rechteckig ist, wird der Copy Point **pt4** erzeugt. Mit **r0**, **pt2**, **pt3** und **pt4** ist die B-spline Surface **window1_0** bestimmt. (Eine plane rechteckige Fläche läßt sich mit einem Minimum von 4 Punkten und einer B-spline Surface erzeugen, wovon ein Punkt ein Copy Point der anderen 3 Punkte ist.)

Das anschließende Fenster **window2_0** ist ebenfalls eine B-spline Surface mit 4 Cps; **pt5** ist in Polarkoordinaten definiert, so daß der Radius die Fensterbreite angibt und der Wert Latitude den Winkel zum inneren Fenster.

Das äußere Fenster **window3_0** ist in analoger Weise definiert. Soll der Knickwinkel so groß sein wie bei der benachbarten Fläche **window2_0**, dann muß für den Punkt **pt7** der Wert für Latitude das Zweifache des Wertes für **pt5** betragen.

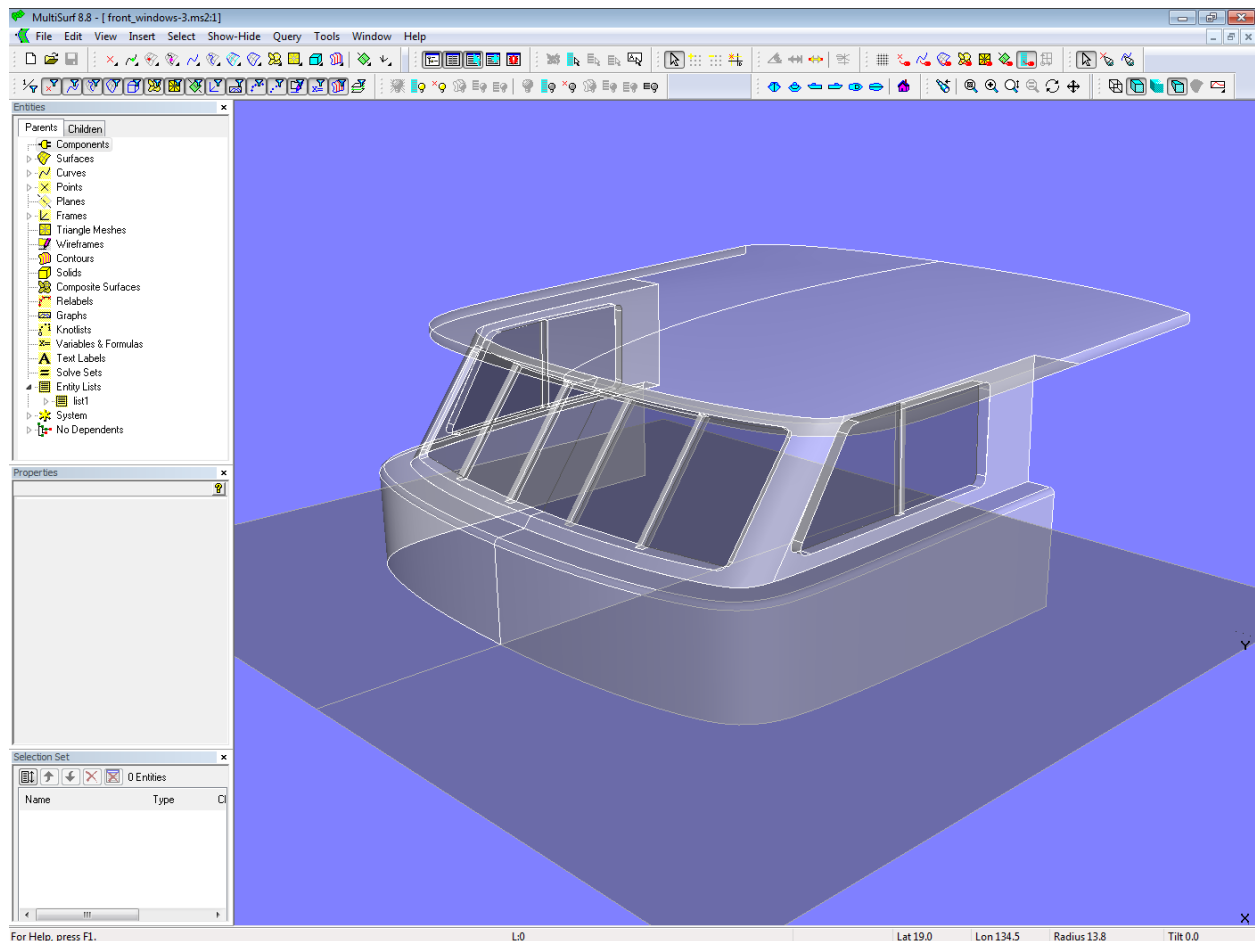


Modell front_windows-1.ms2 – Anordnung der Kontrollpunkte für drei ebene rechtwinklige Fensterflächen

Soll eine der Fensterflächen nicht rechtwinklig sein, sondern am oberen Rand eine andere Breite als am unteren Rand haben, lässt sich das mit der in Modell front_windows-2.ms2 gezeigten Methode einfach bewerkstelligen.

Zwischen den Punkten **pt4** und **pt6** wird eine Line (**line1**) aufgespannt, und auf diese der Arc-length Bead **e0** gesetzt. Für die B-spline Surface **window2_0** ersetzt man dann den Kontrollpunkt **pt6** durch **e0**. Die Fensterfläche ist immer noch plan (sichergestellt durch den Copy Point **pt6**), aber man kann jetzt die gewünschte obere Breite durch **e0** einstellen.

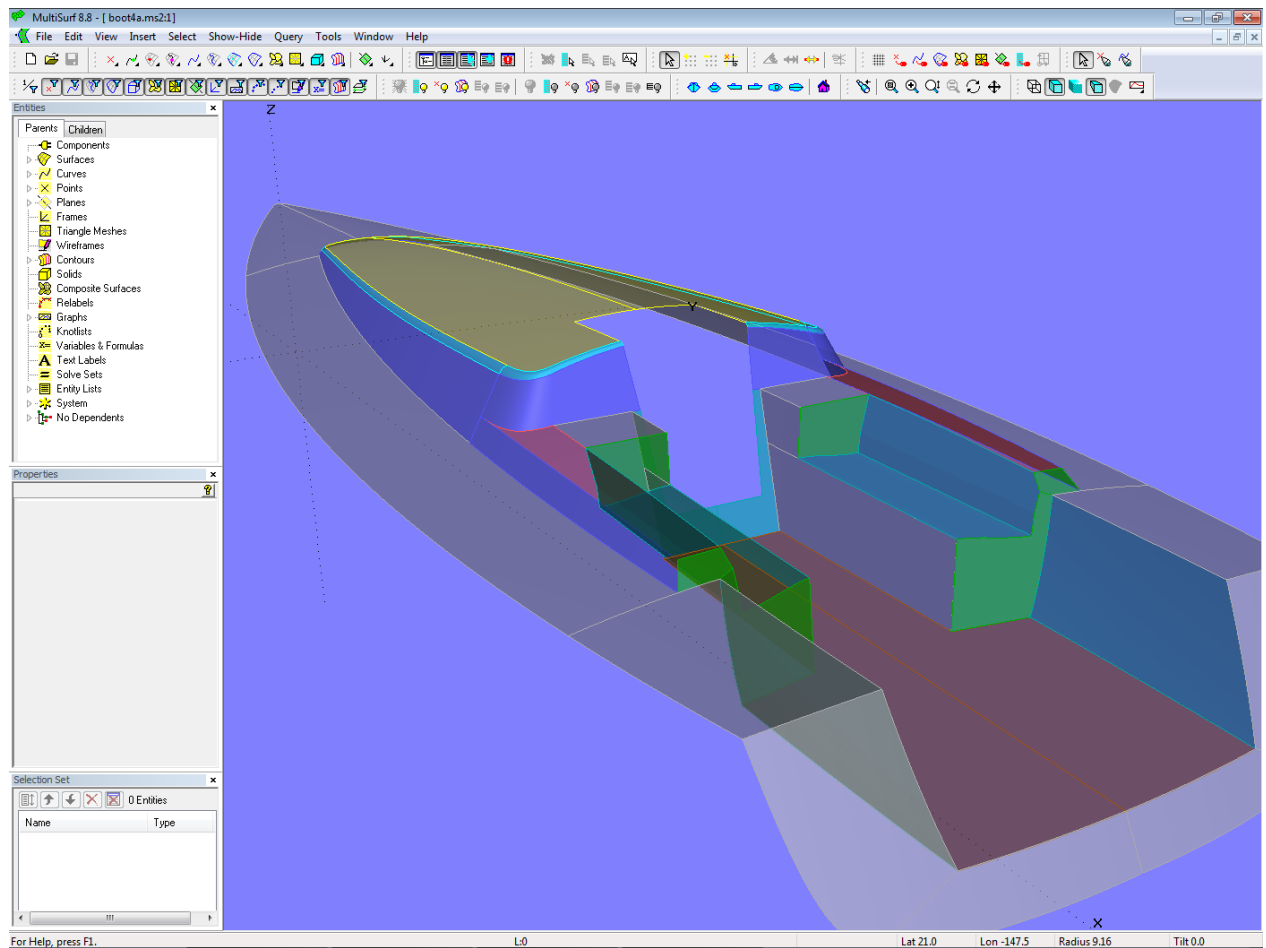
Analog kann man bei der Fensterfläche aussen vorgehen.



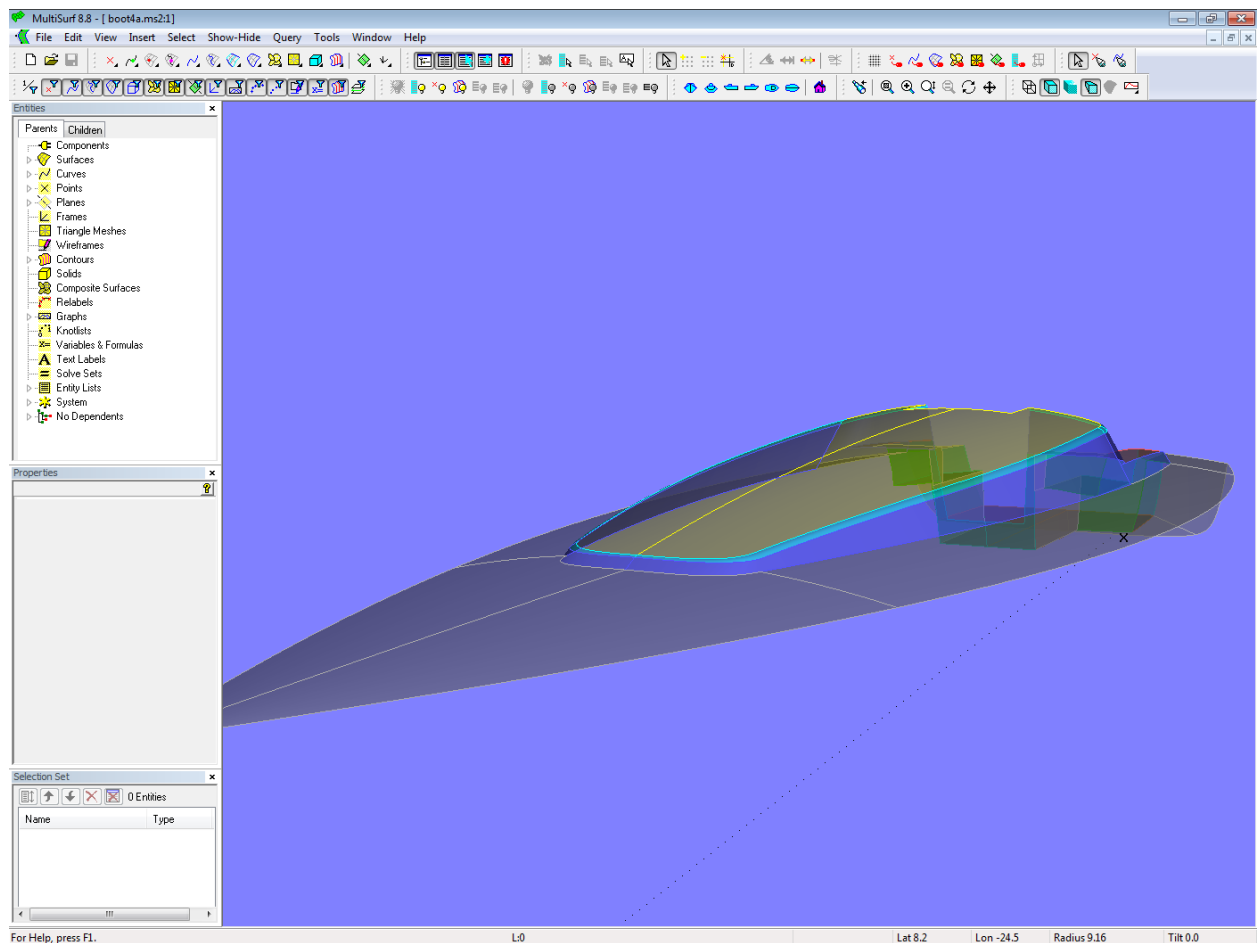
Modell front_windows-3.ms2

5 – Komplexe Aufbauten

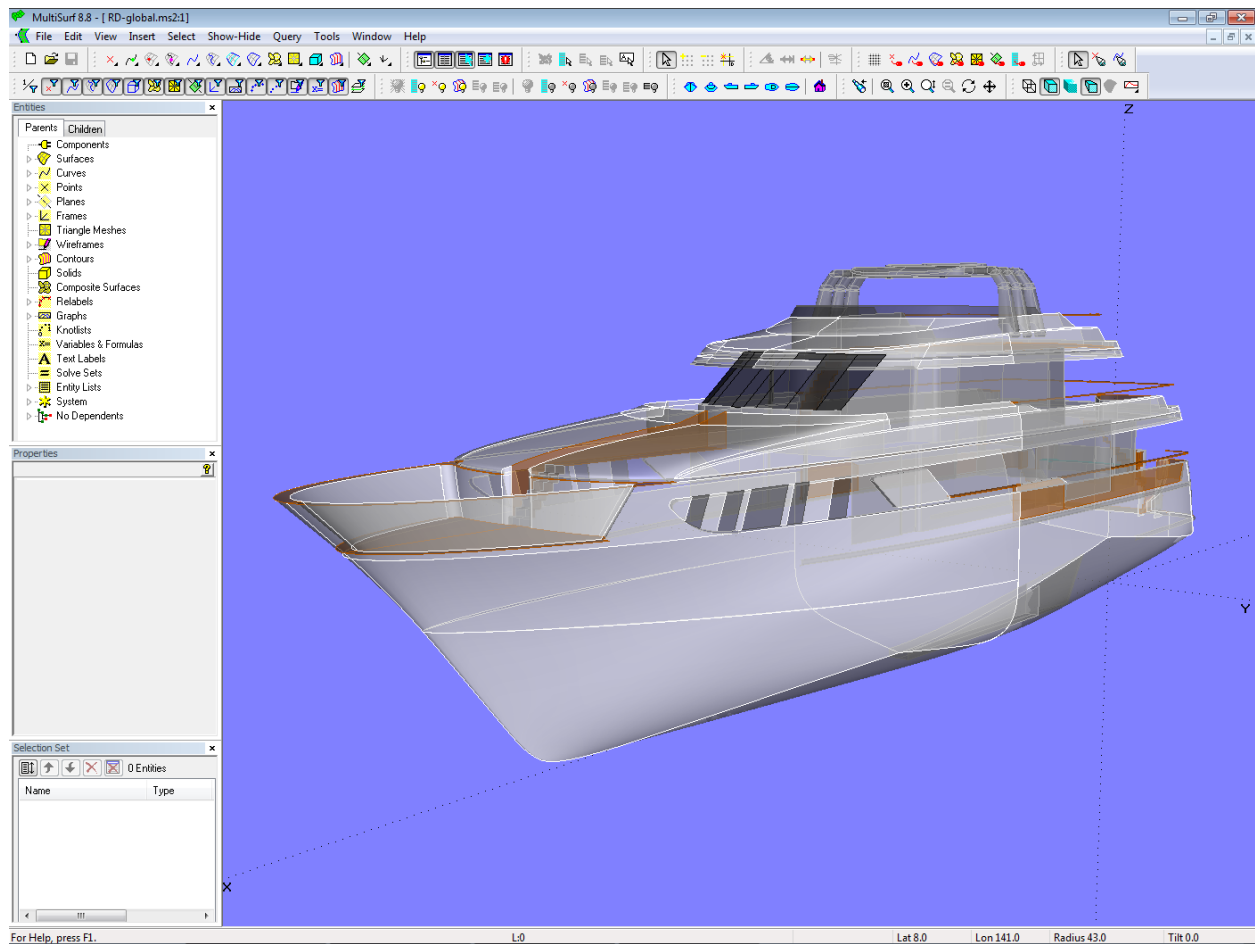
Komplexe Aufbauten sind eine Aneinanderreihung einfacher Elemente, deren Modellierung in den vorstehenden Abschnitten gezeigt wurden. Hier einige Beispiele.



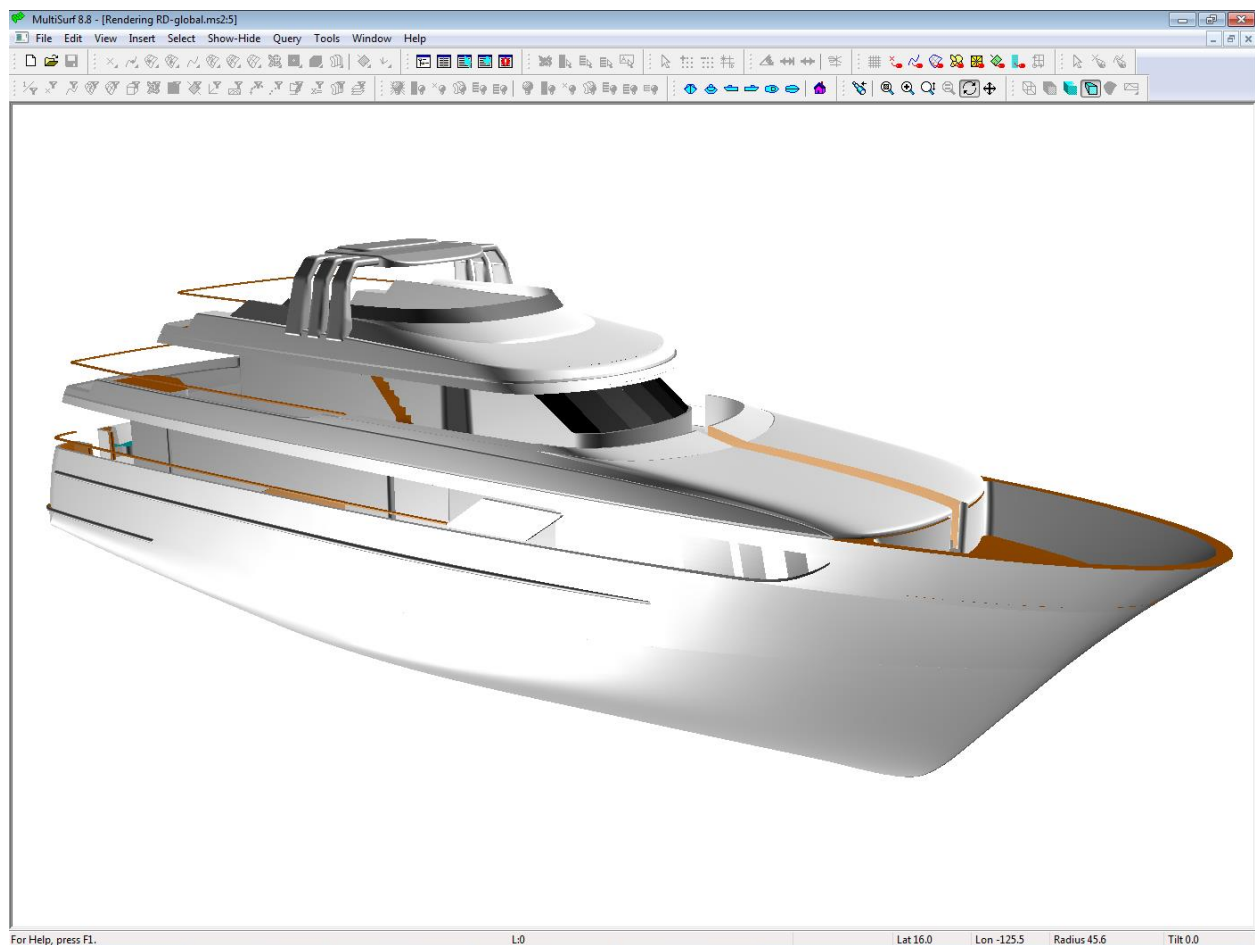
Modell design-4.ms2 - 10 m-Segelboot; Aufbau und Cockpit



Modell design-4.ms2 - 10 m-Segelboot; Aufbau und Cockpit



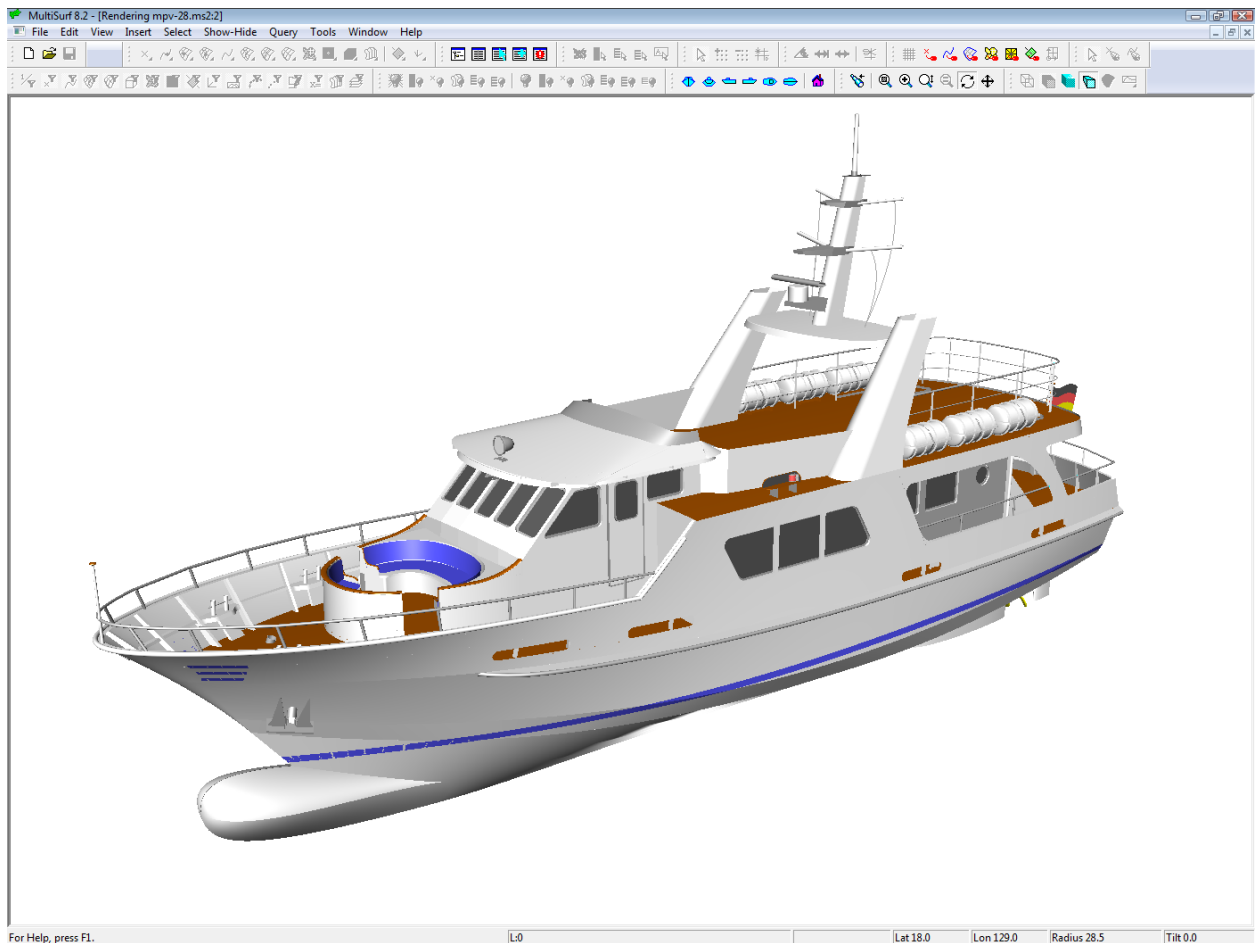
120 ft-Motoryacht (Russel Dowland Design)



120 ft-Motoryacht (Russel Dowland Design)



10 m-Segelyacht (Juliane Hempel Design)



27 m-Passagierschiff (CL Shipdesign)

MultiSurf - Relational 3D Surface Design Software



11.5 m-Motorboot (CL Shipdesign)

=====