

FREE!ship[©]

Tutorial

von
P. Wrede

FreeShip ist ein Programm für den Entwurf von Wasserfahrzeugen. Der Entwurf unterscheidet sich von der Konstruktion darin, dass keine baulichen Details definiert werden, sondern nur die äußere Form, ein Funktionsprinzip o.ä. angegeben werden.

Der Entwurf eines Wasserfahrzeuges wird beeinflusst vom Verwendungszweck und dem Einsatzgebiet mit den daraus resultierenden äußeren Einflüssen.

Weiterhin sind ggf. Vorschriften einzuhalten.

Die Form eines Rumpfes beeinflusst drei Eigenschaften des Fahrzeugs: Masse, Stabilität und Widerstand. Darüber hinaus stellt sich die Gleichgewichtsschwimmlage immer so ein, dass der Gewichtsschwerpunkt und der Volumenschwerpunkt des Unterwasserschiffs senkrecht übereinander liegen.

Freeship bietet die Möglichkeit, während des Entwurfs laufend einige wichtige Kennwerte zu beobachten. Es können optional angezeigt werden:

- die Höhe des Metazentrums über dem Kielpunkt (KM, Kiel - Metazentrum)
- die Längenkoordinate des Schwerpunkts der Wasserlinienfläche (LCF, Longitudinal Centre of Flotation)
- Verdrängung und Verdrängungsschwerpunkt (Displ., Displacement)

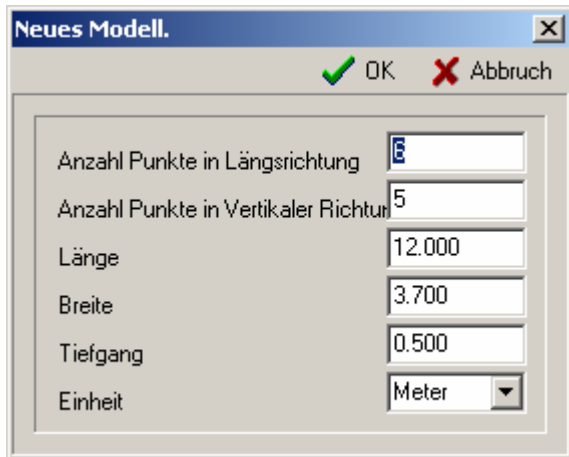
Das Metazentrum ist der scheinbare Drehpunkt des Schiffs bei Krängung für diese Schwimmlage. Da auch der Schwerpunkt der Masse eine Rolle spielt, wird als Beurteilungsmaß der Abstand des Metazentrums vom Massenschwerpunkt (GM, Gravity - Metacentre) herangezogen. Der Abstand GM wird auch Metazentrische Höhe genannt. Eine erste und einfache Abschätzung der Stabilität bietet die sogenannte Anfangsstabilität, bei der das GM der aufrechten Schwimmlage herangezogen wird. Man bezeichnet es mit dem Index null: GM_0 .

Einstellen der deutschen Sprache in FREE!ship©

File -> Preferences öffnet ein Fenster in dem unter anderem ein Drop-Down-Menü mit der Sprachauswahl zu finden ist.

Ein neues Schiff erstellen

Über Datei -> Neu kann ein neues Modell erstellt werden. Es öffnet sich dann dieses Fenster:



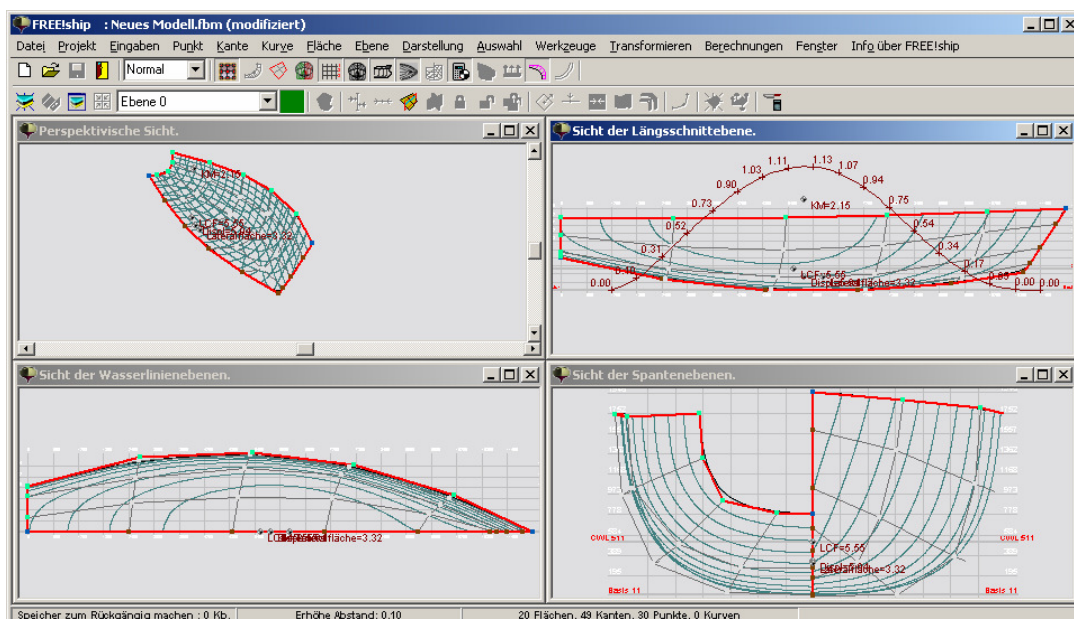
Hier können die vorläufige Anzahl der Punkte des Netzes, das die Oberfläche beschreibt, angegeben werden, sowie die Hauptdaten des Schiffs.

Dem Netz können nachträglich Punkte hinzugefügt werden, was im weiteren Verlauf erklärt wird.

Die Hauptdaten können unter Projekt -> Projektwerte -> Hauptmaße geändert werden. Der hier angegebene Tiefgang dient nur dazu, das Unterwasserschiff in anderer Farbe darzustellen. Tiefgänge für hydrostatische Berechnungen werden separat eingegeben. Der hier angegebene Tiefgang wird vom Koordinatenursprung gemessen, nicht etwa von der tatsächlichen Unterkante des Rumpfes, die über oder unter dem Ursprung liegen kann.

Das Programm erstellt nach einem Klick auf OK ein Netz nach den angegebenen Informationen im Stile einer Segelyacht.

Das Ganze sieht mit den Standardwerten dann so aus:



Nun kann man beginnen, das Modell so zu verändern, dass der gewünschte Schiffstyp entsteht.

Dazu gibt es sicherlich viele Möglichkeiten, ich werde nur eine mögliche beschreiben.

Das oben angesprochene Fenster mit den Projektwerten hat drei Reiter. Der Erste enthält einige allgemeine Angaben, darunter auch die Möglichkeit, die Einheiten zu wählen. Standard ist „Metrisch“. Im Zweiten können Länge (hier 50.0), Breite (hier 10.0), Tiefgang (hier 3.5) und die Längenkoordinate des Hauptspants angegeben werden. Der Standardwert $0.5 \cdot L$ ist vorausgewählt und wird übernommen. Zu Beachten ist, dass hier wie überall im Programm statt des Kommas ein Punkt zu benutzen ist.

The 'Allgemein' tab of the 'Projektwerte' dialog box contains the following fields and options:

- Projektname: smn-tutorial
- Architekt: P. Wrede
- Kommentar: kein
- Datei erstellt von: P. Wrede
- Einheiten: Metrisch (dropdown menu)
- Schattiere Unterwasser: ☒
- Speichere Vorschau: ☒
- Vereinfache Schnittstellen: ☒

The 'Hauptmaße' tab of the 'Projektwerte' dialog box contains the following fields and options:

- Länge: 50.0000 [m]
- Breite: 10.0000 [m]
- Tiefgang: 3.5000 [m]
- Mittschiffs: 25.0000 [m]
- Standardwert $0,5 \cdot L$: ☒

Der dritte Reiter bietet die Möglichkeit auszuwählen, welche der in der Einleitung angesprochenen Kennwerte angezeigt werden. Die Anzeige der Kennwerte insgesamt kann über Darstellung -> Hydrostatische Merkmale aktiviert und deaktiviert werden.

„Verdrängung und Auftriebsschwerpunkt“ wird dargestellt als Punkt mit der Angabe „Displ.=WERT“. Gibt den Volumenschwerpunkt des Unterwasserschiffs an.

„Kurve der Spantflächen“ wird dargestellt als Kurve über der Länge. Sie gibt die Flächen der Spanten an und zeigt so die genau Verteilung des Auftriebs über der Länge.

„Metazentrische Höhe“ ist hier schlicht falsch. Hier wird ein Punkt angezeigt, der die Höhe des Metazentrums über der Basis angibt. Die Metazentrische Höhe bezeichnet den Abstand des Metazentrums vom Massenschwerpunkt. (siehe Einleitung)

„Lateralplanauftrieb“ ist ebenfalls ein irreführender Begriff, hier wird ein Punkt mit der Bezeichnung „LCF=WERT“ angezeigt, der die Längenkoordinate des Flächenschwerpunkts der Wasserlinienfläche angibt.

„Lateralplan und Gewichtsschwerpunkt“ ist ebenfalls nicht ganz korrekt übersetzt. Hier wird ebenfalls wieder ein Punkt angezeigt, der im Flächenschwerpunkt der Lateralfläche liegt und die Lateralfläche angibt.

Darüberhinaus kann die Wasserdichte angegeben werden. Hier ist die Dichte von Seewasser (1.025 t/m^3) standardmäßig angegeben. Für Süßwasser wäre die Dichte 1.0 t/m^3 anzugeben.

Der Koeffizient des Ruder und der Anhänge ist ein Wert, mit dem Anhänge in der Hydrostatikrechnung berücksichtigt werden können. Der mit der Form des Rumpfes errechnete Wert wird mit diesem Wert multipliziert. Da die Anhänge ebenfalls modelliert werden können, kann dieser Wert – zumal für einen Entwurf in seinem Anfangsstadium – unverändert bleiben.

Die Auswahl der „Basis des Koeffizienten“ gibt an, worauf der Koeffizient der Anhänge bezogen wird. Bleibt er 1, ist diese Auswahl unwichtig.

The screenshot shows a software window titled "Projektwerte." with a standard Windows interface. It has three tabs: "Allgemein", "Hauptmaße", and "Hydrostatik", with "Hydrostatik" currently selected. In the top right corner, there are "OK" and "Abbruch" buttons. The main area contains several input fields and a checkbox:

- "Wasserdichte" with a text box containing "1.0250" and the unit "[t/m3]" to its right.
- "Koeffizient des Ruders u" with a text box containing "1.0000".
- "Basis der Koeffizienten" with a dropdown menu showing "Tatsächliche Maße des eingetauchten".
- A checkbox labeled "Unterbinde die Oberfläch" which is currently unchecked.

Below these fields is a section titled "Zeige Hydrostatikwerte." with the instruction "Wähle die Hydrostatikeigenschaften aus In dem Modell soll dargestellt werden:". It contains five checked checkboxes:

- ☒ Verdrängung und Auftriebsschwerpunkt
- ☒ Kurve der Spantenflächen
- ☒ Metazentrische Höhe
- ☒ Lateralplanauftrieb
- ☒ Lateralplan und Gewichtsschwerpt

Sind hier alle Einstellungen gemacht, geht es mit dem Netz weiter.

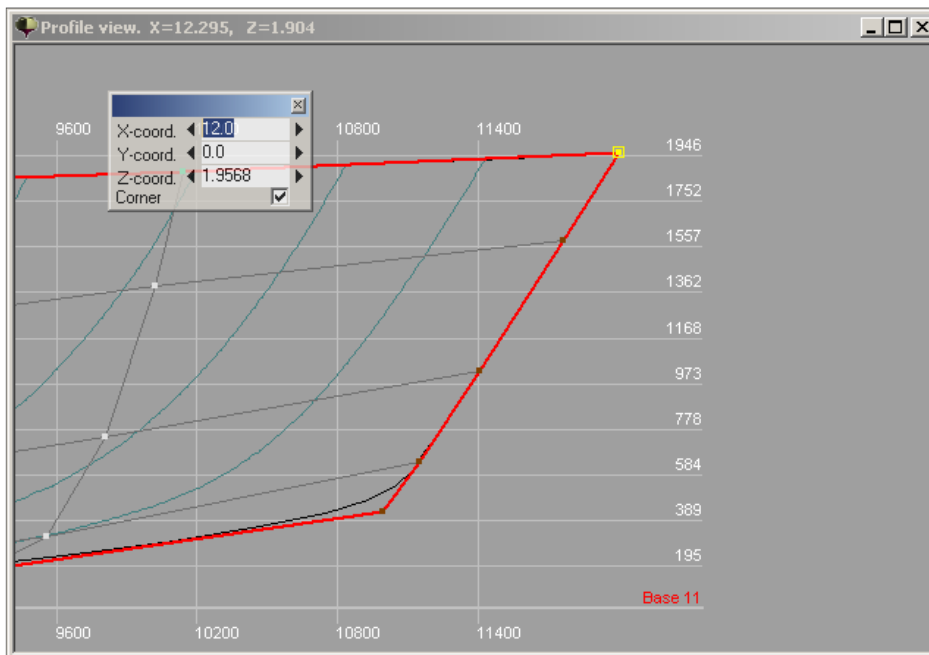
Über Fenster -> Alle Fenster zeigen können die vier Ansichten zusammen angezeigt werden, jedes einzelne der Fenster kann mit den üblichen Buttons rechts oben minimiert, maximiert oder geschlossen werden.

Zunächst wird das Fenster mit der „Sicht der Längsschnittebene“ maximiert und die Hydrostatischen Werte ausgeblendet. Klickt man mit der linken Maustaste auf eine freie Fläche und bewegt die Maus nach oben, wird hereingezoomt; wird die Maus nach unten bewegt, wird herausgezoomt. Mit dem Scrollrad kann man ebenfalls zoomen. Hat man auf einen kleinen Bereich zoomt und möchte das Bild verschieben, geht dies durch Bewegung der Maus während die rechte Maustaste gedrückt ist.

Die nun folgenden Aktionen kann man sich vereinfachen oder sogar sparen, wenn man beim Erstellen des neuen Projekts die Hauptmaße bereits richtig angibt. Es wird hier aber so dargestellt, um einige Funktionen des Programms an dieser Stelle erklären zu können.

Das beim Erstellen des Projekts definierte Netz hat 6 Punkte in Längsrichtung und 5 Punkte in der Höhe. Die Punkte in Längsrichtung werden zunächst gleichmäßig über der Länge des Rumpfes verteilt. Dazu werden die Punkte jeweils in einem Abstand von $D = \text{Länge} / (\text{Anzahl Punkte} - 1)$ zueinander angeordnet.

Dazu wird zunächst ein Punkt der vordersten Reihe angeklickt. Dann wird in dem sich öffnenden Fenster mit den Koordinaten des Punktes in das Feld geklickt, dass die zu ändernde Koordinate angibt – in diesem Fall „x“.



Dann können durch Gedrückthalten der Taste Strg während des Anklickens weitere Punkte markiert und der Wert in dem Fenster mit den Koordinaten auf den gewünschten Wert gesetzt werden, um alle markierten Punkte auf diese Koordinate zu verschieben.

So kann man der Reihe nach vorgehen, bis alle vertikalen Reihen gleichmäßig über die Schiffslänge verteilt sind.

Analog dazu können auch die horizontalen Reihen über die gewünschte Höhe verteilt werden. Da aber üblicherweise ein runder oder gar platter Boden vorliegt, empfiehlt es sich, neben der Mittellinie eine zweite Reihe von Punkten auf der Höhe null anzuordnen.

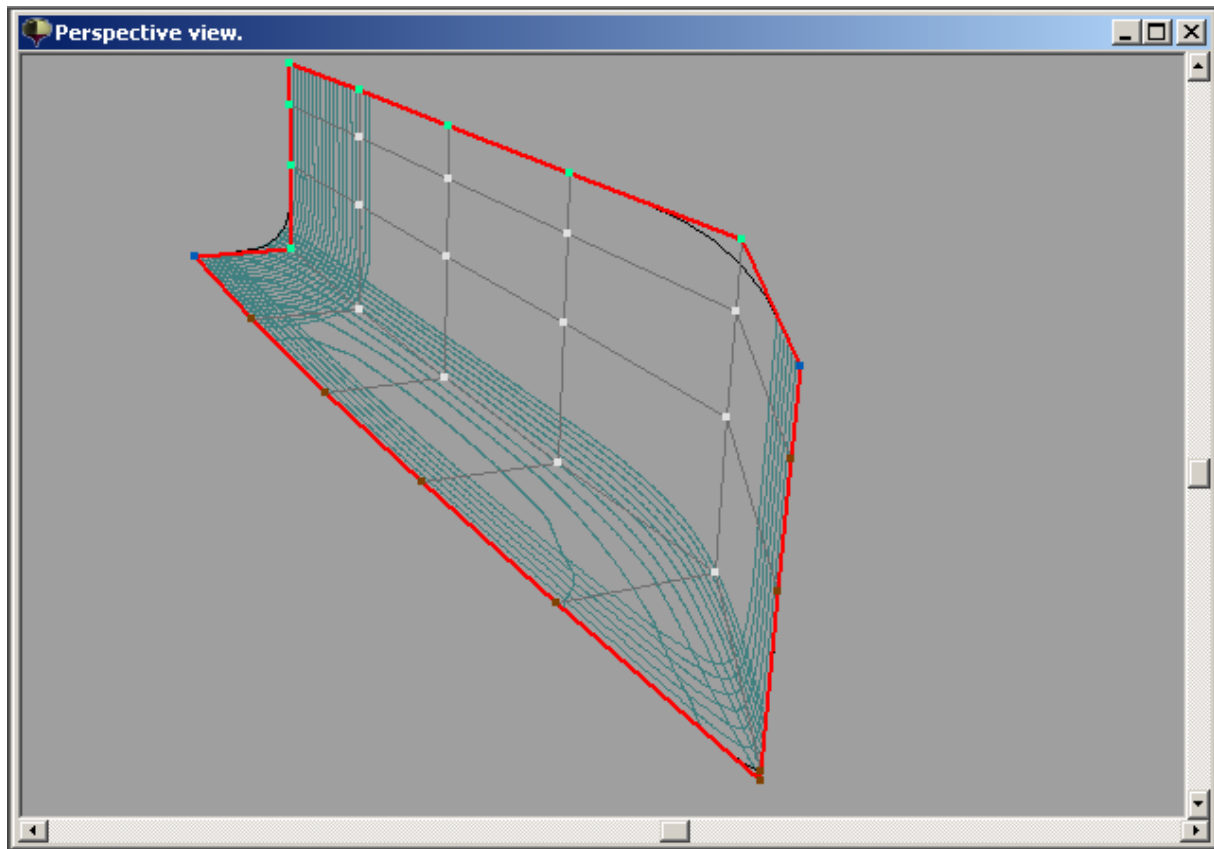
Die Beschreibung der Fläche durch das Netz von Punkten und deren Verbindungsgeraden erfolgt durch Glätten der definierten aus Fassetten bestehenden Oberfläche.

Dazu wird das definierte Netz zunächst feiner unterteilt und dann die einzelnen Flächen so verschoben, dass ein möglichst glatter Übergang zwischen den einzelnen Flächen entsteht.

Ein wichtiges Element bei der Formgebung von Schiffsrümpfen ist der tangentiale Einlauf. Dabei läuft eine Kurve in einen ebenen Bereich so ein, dass die Tangente an die Kurve in dem gemeinsamen Punkt von Fläche und Kurve in der Fläche liegt.

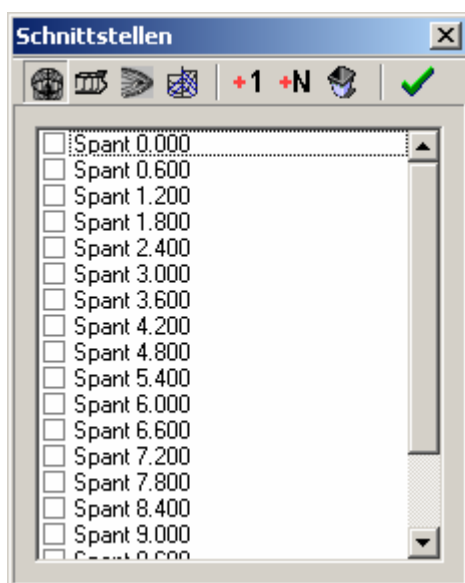
Um das bei der Arbeitsweise von FreeShip zu realisieren, muss z.B. für den Boden neben der Reihe von Punkten, die die ebene Fläche begrenzen, eine weitere Reihe von Punkten auf der selben Höhe wie der Boden mit einem gewissen Abstand von der Begrenzung liegen.

Nun werden noch alle Punkte außer die der Mittellinie auf die Hälfte der gewünschten Breite des Schiffs gelegt.



Als nächstes kann die Ausgabe des Linienrisses formatiert werden.


Dazu Berechnungen -> Schnittstellen anklicken, es öffnet sich folgendes Fenster:

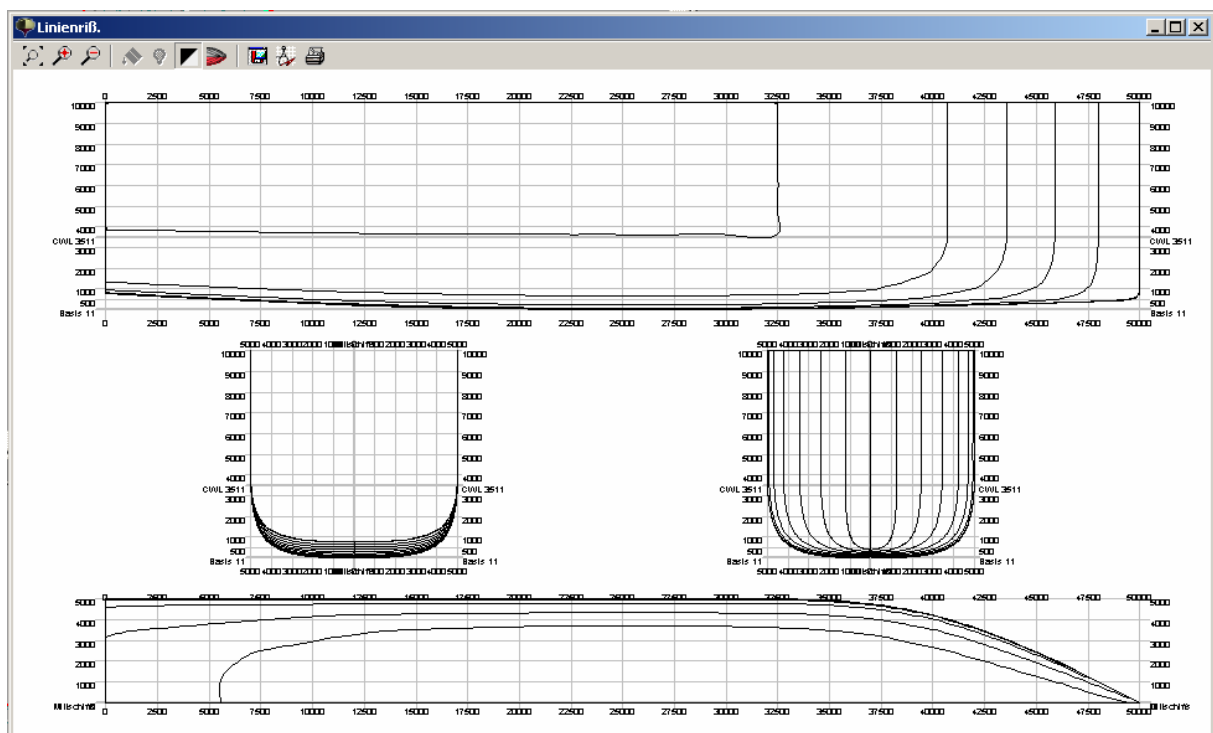


Das erste Symbol links steht für die Spanten, daneben die Längsschnitte und schließlich Wasserlinienschnitte. Klickt man auf die jeweiligen Symbole, kann man die Ausgabe

formatieren. Mit einem Klick auf das Mülleimersymbol werden alle vorhandenen Schnitte gelöscht. Nach Anklicken des Feldes +N öffnet sich ein Fenster, in dem ein Abstand eingegeben werden kann. FreeShip generiert dann Schnitte in der jeweiligen Richtung, die in dem angegebenen Abstand zueinander liegen. Möchte man also 20 Spanten erzeugen, ist in diesem Falle $L/(\text{Anzahl Spanten}) = 50/20 = 2.5$ anzugeben.

Längs- und Wasserlinienschnitte werden meist in Abständen von einem Meter gezeichnet, zwischen 0 und 1 ein Schnitt bei 0.5 einfügt. Nachträglich einen weiteren Schnitt mit abweichendem Abstand einzufügen ist möglich, indem nach Klick auf +I den Abstand des gewünschten Schnitts von der jeweiligen Ursprungsebene angibt.

Unter Projekt -> Längsriß kann man dann ein neues Fenster mit dem Linienriss öffnen. Die schattierte Darstellung ist hier schon mit der Schaltfläche  ausgeschaltet worden.



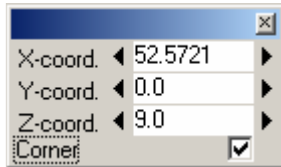
Üblicherweise gibt es beim Entwurf eines Schiffes einige vorgegebene Parameter zu beachten. Es ist zweckmäßig, solche Vorgaben als Startpunkte für die Definition der Form zu nutzen. Außerdem empfiehlt es sich, die Arbeitsweise der jeweiligen Software zu berücksichtigen.

Anschaulich und somit für den Benutzer sehr hilfreich ist es, zunächst charakteristische Linien wie Steven- und Deckskontur zu definieren.

Moderne Entwürfe weisen in der Regel einige ebene Flächen auf, deren Begrenzungslinien sich ebenfalls zur frühen Festlegung empfehlen.

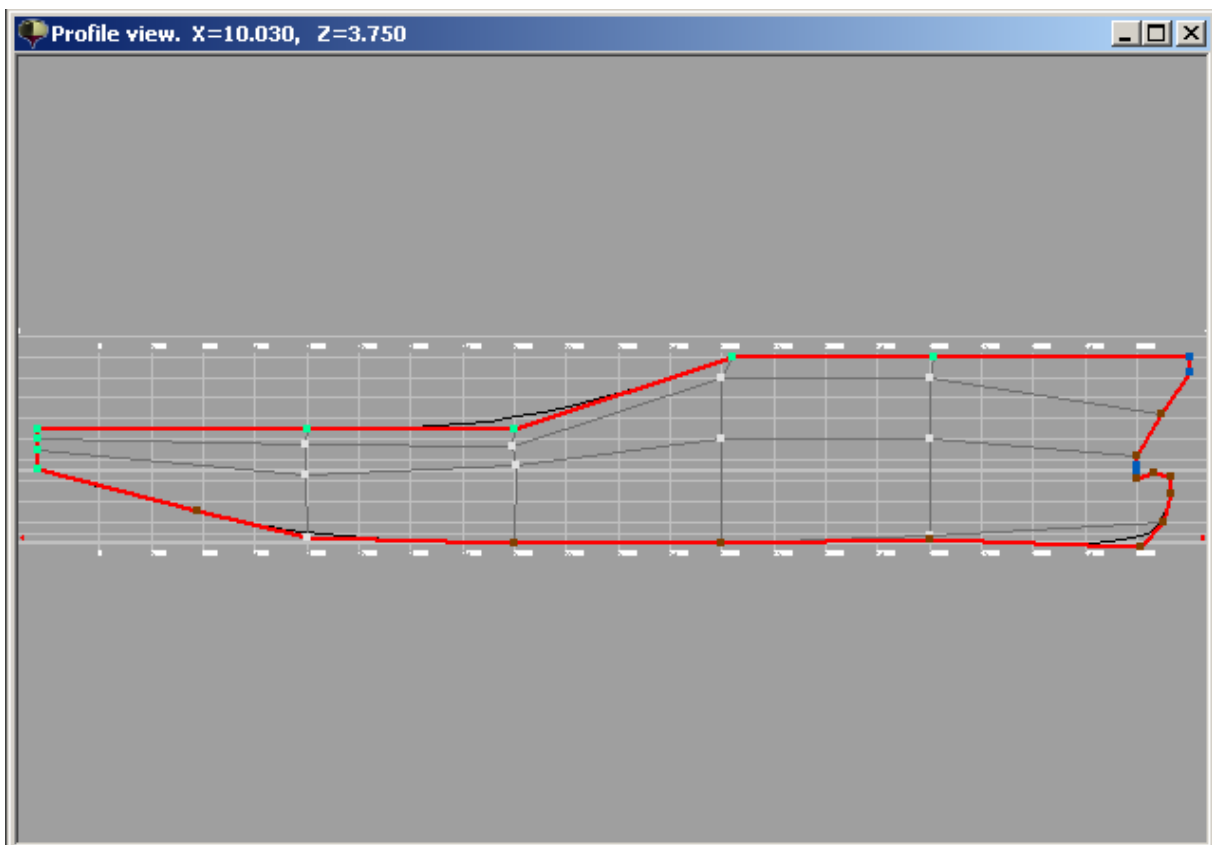
Durch die Glättung des groben, durch Punkte und Verbindungsgeraden gegebenen, Netzes liegen die definierten Linien zunächst nicht in der eigentlichen Fläche. FreeShip bietet die Möglichkeit, Geraden als Knicklinien zu kennzeichnen. Das geschieht durch Markieren einer Geraden und den darauf folgenden Befehl Kante -> Knick. Es wird dann die Anpassung der einzelnen Flächen aneinander an dieser Stelle unterbrochen, sodass der gerade Verlauf der Oberfläche zwar an dieser Stelle gestört ist, jedoch an den Grenzen zu anderen Ebenen

bestehen bleibt. Das führt dazu, dass die Knicklinie wiederum nicht gleich der Geraden des Netzes ist, sondern so liegt, wie es sich aus den Randbedingungen, nämlich dem glatten Übergang zu den jeweils benachbarten Flächen, ergibt. Soll die Gerade tatsächlich in der Fläche liegen, kann das erreicht werden, indem den Endpunkte dieser Geraden die Eigenschaft „Ecke“ zugewiesen wird. Das geschieht, indem in dem Fenster mit den Punktkoordinaten, das bei Markieren des Punktes öffnet, im Kontrollkästchen unten rechts durch Anklicken ein Haken gesetzt wird.



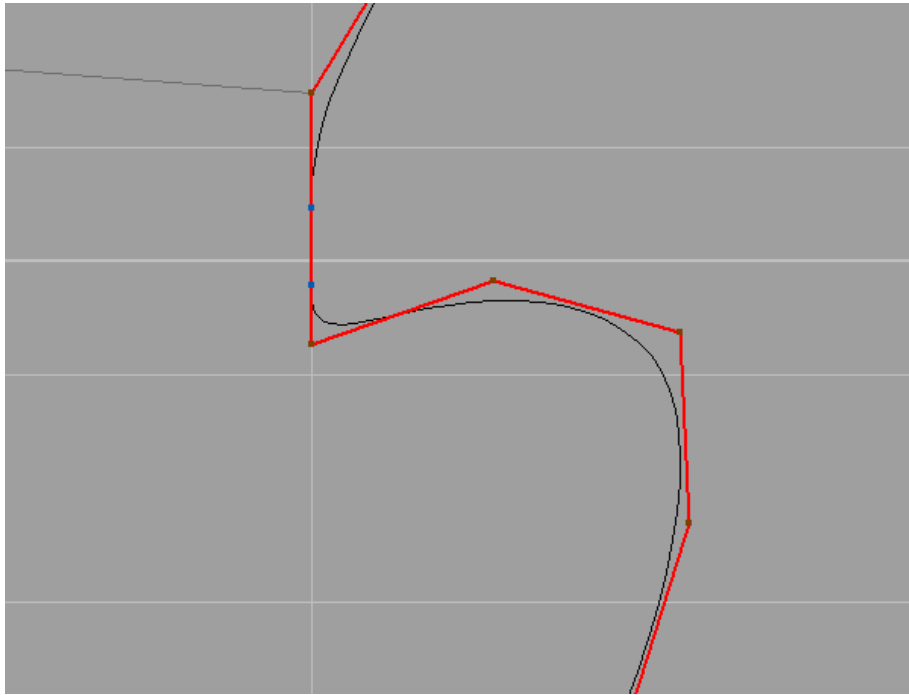
Die Eigenschaft „Ecke“ ist auch bei der Definition von Umrissen wie der Stevenkontur oder dem Spiegel sehr hilfreich.

Mit diesen Werkzeugen kann dann die zunächst die Stevenkontur angepasst werden. Im gegebenen Beispiel soll ein Rumpf eines konservativer Entwurf eines Versorgers oder Schleppers entstehen, ähnlich bspw. der Smit Rotterdam.



Im obigen Bild sind gegenüber dem oben dargestellten Linienriss nun folgende Änderungen vorgenommen:

Um die Stevenkontur in der gewünschten Weise zu formen, wurden einige Punkte eingefügt. Das geschieht durch Markieren einer Geraden und den Befehl Kante -> Teile. Die blau markierten Punkte sind als Ecken definiert; oben ist ein senkrechtes Schanzkleid vorgesehen, auf Höhe der Wasserlinie soll die Stevenkontur senkrecht sein. Um einen tangentialen Einlauf der angrenzenden Bereiche zu erreichen, sind über den Eckpunkten jeweils weitere Punkte mit der selben Längenkoordinate angeordnet.

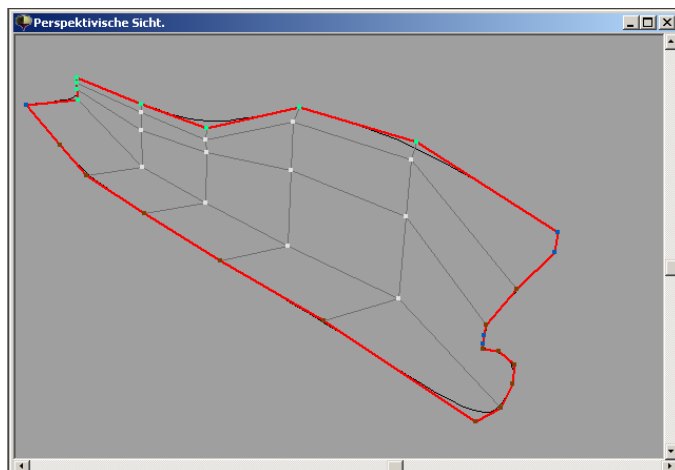


Es wurde die Kontur eines Bugwulstes definiert.

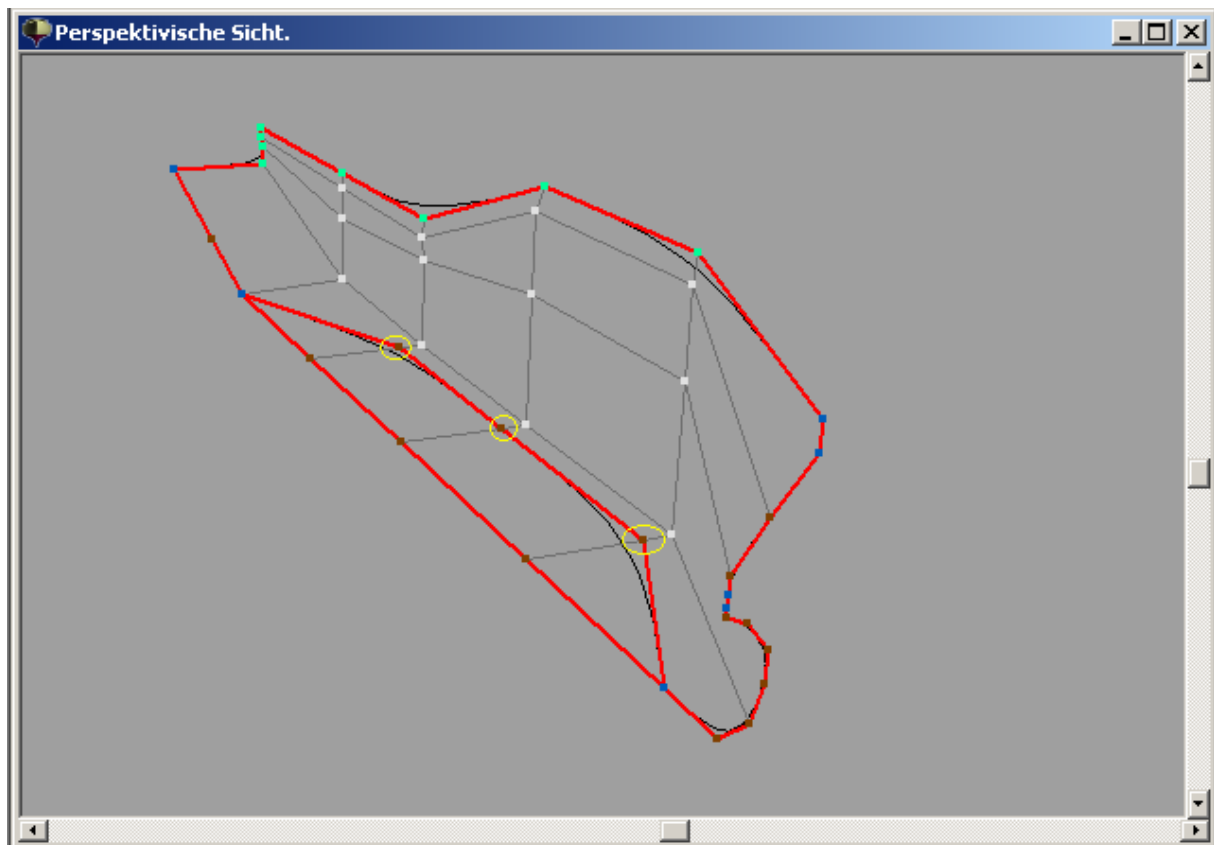
Die Deckslinie ist so geändert worden, dass im Bugbereich eine bei diesem Schiffstyp hohe und lange Back steht und ein flaches Achterdeck vorhanden ist. Dabei müssen die darunter liegenden Punkte jeweils vorher so weit nach unten verschoben werden, dass sie weiterhin unterhalb der Deckslinie liegen. Beim Anheben des Bodens müssen natürlich umgekehrt die Punkte der Seitenwände angehoben werden.

Die Punkte, die den Spiegel definieren, wurden gemeinsam auf die x-Koordinate -3 m gesetzt, da üblicherweise bei $x = 0$ der Ruderschaft angeordnet wird.

Im Heckbereich wurde der Boden ansteigend definiert, so dass er am Spiegel auf Höhe der Wasserlinie liegt.



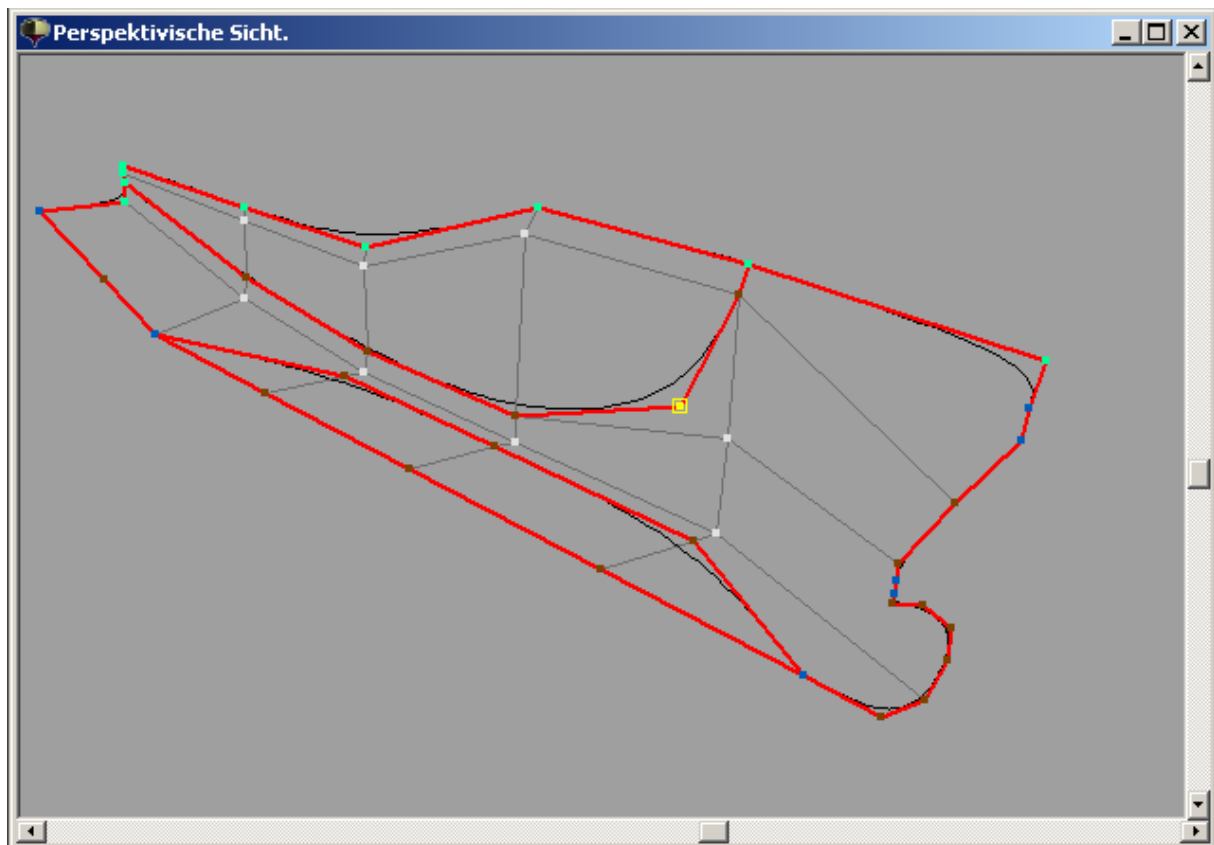
Als nächstes kann dann der ebene Boden definiert werden.



Dazu werden die gelb markierten Punkte durch Teilen der jeweiligen Kante erzeugt. Zwischen diesen und den Punkten des Stevens, die die äußersten Punkte auf Höhe null darstellen werden dann durch Kante -> Einfügen neue Kanten erzeugt. Der sogenannte Kimmradius zwischen ebenem Boden und ebener Seitenwand wird frei zu 1 m gewählt. Daher werden die gelb markierten Punkte auf eine Breite von 4 m gesetzt, die Höhe beträgt null. Um auch hier wieder einen tangentialen Einlauf zu erhalten, werden die nächst äußeren Punkte ebenfalls auf die selbe Höhe null gesetzt.

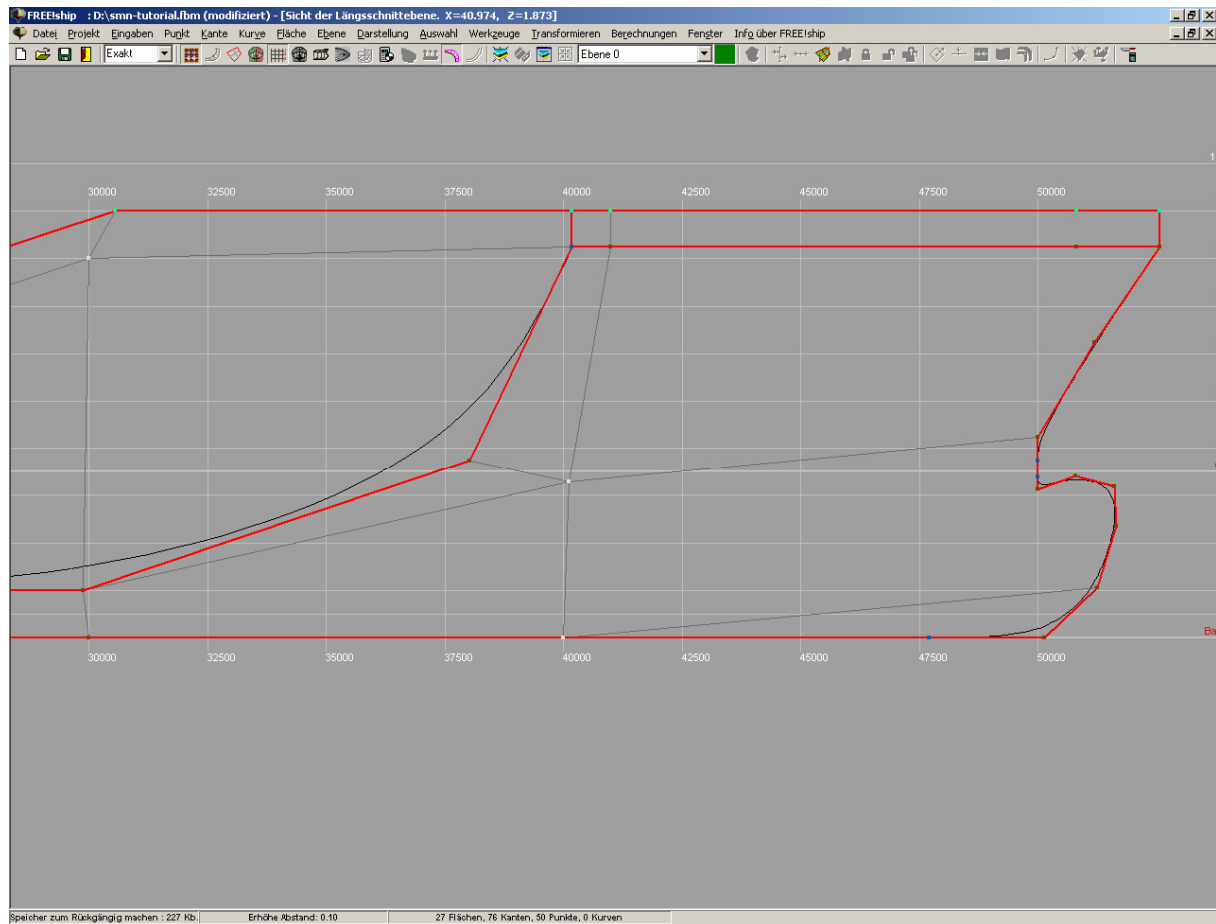
Die Kanten werden dann mit dem Befehl Kante -> Knick zu Knicklinien gemacht. Tatsächlich handelt es sich hier nicht um Knicklinien, sondern nur um die Begrenzungslinie eines ebenen Bereichs. Durch diese Maßnahme wird allerdings erreicht, dass die tatsächliche Rumpfoberfläche wirklich bis zu dieser Grenzlinie auf Höhe null liegt.

Auf die gleiche Weise kann eine ebene Seite erzeugt werden.

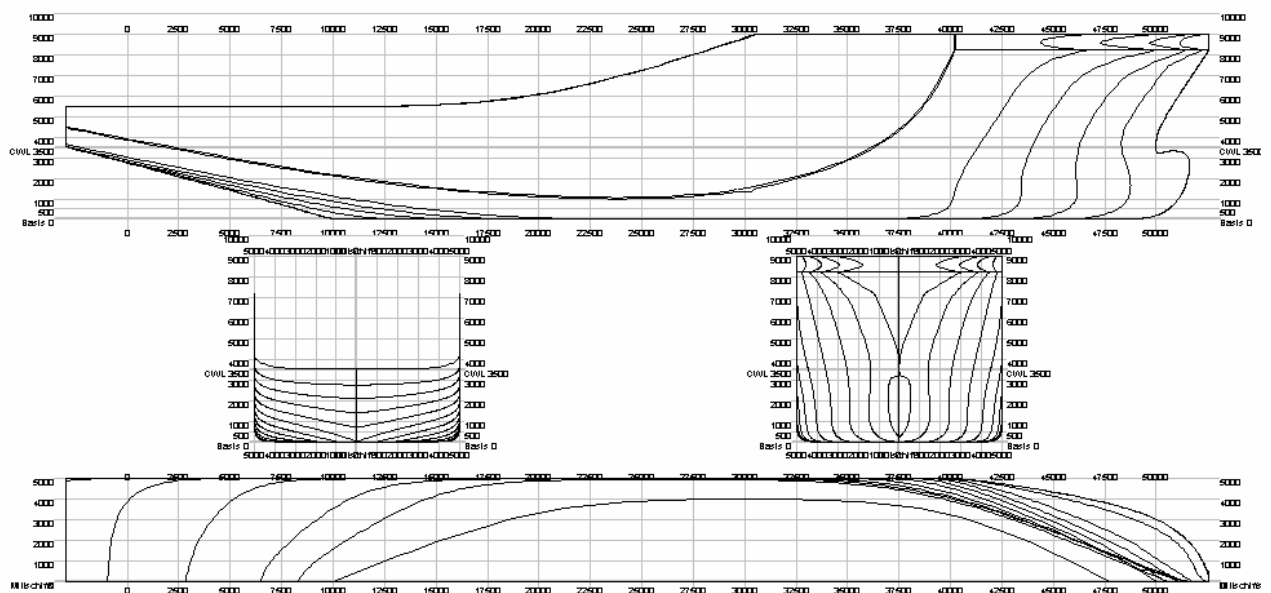


Da eine Reihe von Punkte benötigt wird, um die Fläche aus dem Boden heraus tangential auslaufen zu lassen werden die jeweils darauf folgenden Punkte daraufhin überprüft, ob sie auf der halben Schiffsbreite liegen. Dann werden sie jeweils 1 m höher (Kimmeradius \uparrow) als der darunterliegende Punkte gesetzt. Die Geraden zwischen den Punkten werden markiert und wieder zu Knicklinien gemacht. Der gelb markierte Punkt ist nachträglich eingefügt, um den Verlauf des sogenannten Seiteneinlaufs zu beeinflussen.

Dann kann die Kontur des Schanzkleides bearbeitet werden. Dazu wird zunächst auch hier wieder dicht neben dem Eckpunkt ganz oben vorne ein weiterer Punkt mit gleicher Längenkoordinate gesetzt, um ein rundes Schanzkleid zu erhalten. Mit einem weiteren Punkt wird die Kontur noch etwas herausgezogen. Die selbe Kontur wird von dem darunter liegenden Eckpunkt der Stevenkontur aus durch Einfügen von Kanten und Punkten erstellt, wobei die Koordinaten jeweils vom Punkt der darüber liegenden Kante abgelesen werden können. Um einen geraden Einlauf der Fläche in die Seite zu erhalten, wird eine Reihe von Punkten mit selber Breitenkoordinate jeweils vor den Punkten des Seiteneinlaufs angeordnet und – wird ein Punkt so eingefügt, dass keine Verbindung besteht – eine Gerade von jedem Punkt des Einlaufs zu dem der davor liegenden Kontur eingefügt.



Das Ergebnis sieht jetzt im Linienriss schon einigermaßen passabel aus:



Die Dellen im Schanzkleid sind ein typisches Problem, was durch Einfügen von Geraden zwischen allen Punkte in diesem Bereich behoben werden kann.

Um beim Ausformen einer Freiformfläche, wie eine Rumpfoberfläche eine ist, systematisch vorgehen zu können, ist es hilfreich, eine gewisse analytische Betrachtungsweise zu Grunde zu legen. Bei dem hier behandelten Entwurf sind als charakteristische Linien die Stevenkontur, die Deckslinie, der Boden- und Seiteneinlauf sowie der Spiegel bereits gegeben.

Beim Anlegen des neuen Projektes wurden nach Vorgabe durch den Benutzer 30 Punkte erstellt. Nach Definition der charakteristischen Linien und der für die tangentialen Übergänge notwendigen Punkte entsteht eine zufällige Oberfläche. Ziel ist es nun, eine Form zu finden, die die gewünschten Eigenschaften des Schiffs erfüllt und die nicht erwünschten vermeidet (siehe Einleitung: Masse, Stabilität, Widerstand). Im Wesentlichen stehen sich Widerstand und Stabilität/Masse gegenüber, da für geringen Widerstand schlanke Linien notwendig sind; für Masse und Stabilität hingegen ein möglichst großes Volumen, was durch völlige Linien erreicht wird.

Als nächster Schritt ist nun das Ausformen dieser Bereiche zwischen den charakteristischen Linien nötig. Dabei ist zu beachten, dass die Linien aller Schnitte glatt verlaufen müssen; das Volumen, soweit von Bedeutung, ein notwendiges Maß erreicht; und die Linien ggf. ausreichend geringe Winkeländerungen aufweisen. Außerdem ist die Lage des Verdrängungsschwerpunktes auf einem sinnvollen Maß zu halten.

Zur Kontrolle der Linien bietet es sich an, das Linienrissfenster parallel zur Arbeit an den Kontrollpunkten geöffnet zu halten. Sinnvollerweise kann es über das Fenster mit der perspektivischen Ansicht gelegt werden oder dieses einfach ersetzen. Die Linien im Riss werden bei Veränderung der Fläche zeitgleich angepasst.

Grundsätzlich sind so wenige Punkte wie möglich zu setzen, da eine größere Anzahl von Punkte immer einen größeren Aufwand beim Glätten der Kurve nach sich ziehen.

Gerade das Ausformen und Glätten ist letztlich Übungssache, sowohl im Allgemeinen, als auch für jede eingesetzte Software aufs Neue.