

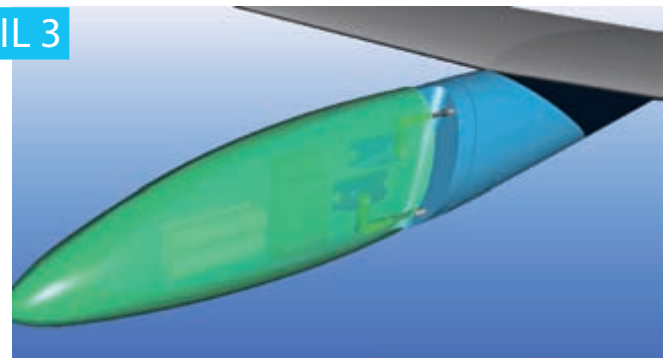
3D-CAD/CAM im Modellbau

Sie haben ja inzwischen ein gutes Grundwissen bei der 3D-Konstruktion und beim Umsetzen der Konstruktionsdaten in ein CNC-Programm. Sicher haben Sie auch noch eine ganze Menge in Eigenregie getestet und aktuelle Projekte der beginnenden Bausaison CAD-technisch in Angriff genommen. Heute geht es mit einem vertieften Einblick in die 3D-Modellierung weiter. Dabei soll die Form für das Rumpfbboot eines kleinen Seglers entstehen.

Wieder stellen wir Ihnen eine Grundlagenszeichnung (Rumpf_fmt.prt) unter www.vth.de zum Download zur Verfügung, damit alle die gleiche Ausgangsbasis haben. Ich bin mir sicher, dass Sie die hier vorliegende Übung erfolgreich abschließen werden und sich dann weiterführende Kenntnisse anhand eigener Aufgabenstellungen erarbeiten werden.

Bevor es losgeht möchte ich Sie wieder mit ein wenig Theorie auf das Thema des Workshops einstimmen. Betrachtet man ein Flugzeug bzw. ein Flugmodell, dann findet man alle gebräuchlichen 3D-Geometrien. Ein klassischer Kastenrumpf in Holzbauweise lässt sich mit Quadern oder Prismen beschreiben, die – um der Aerodynamik wenigstens etwas entgegen zu kommen – mit mehr oder weniger aufwändigen Verrundungen versehen sind. Ein Rechteck- oder Trapezflügel ohne Profilstrak stellt auch ein Prisma dar, das jedoch auf einer komplexen Grundgeometrie, dem Flügelprofil basiert. Die Beispiele für diese geometrischen Regelflächen lassen sich am Beispiel eines Flugzeuges beliebig fortsetzen. Allen ist gemein, dass zumindest einer der Parameter u und v , welche die Fläche einer 3D-Geometrie beschreiben, konstant ist. Diese beiden Parameter kann man sich als Koordinatensystem vorstellen, das in die Fläche transformiert wurde.

Anders verhält es sich bei einem ‚runden‘ Rumpf. Hier ändern sich die beiden Parameter ständig in einer Art und Weise, die nicht in einer mathematischen Formel ausgedrückt werden kann. Es handelt sich um so genannte Freiformflächen. Die in unserem Übungsbeispiel eingesetzte Funktion zur Modellierung von Flächen basiert auf Nurbs-Flächen (Non Uniform Rational B-Spline). Hinter diesem Begriff verbirgt sich viel anspruchsvolle Mathematik, die



hier – für uns unsichtbar – in eine grafische Oberfläche gepackt ist. Nachdem es sich quasi um die Königsdisziplin im Bereich CAD handelt, ist die Software auch anspruchsvoll was die Bedienweise und die grundlegenden Daten betrifft. MegaNC gibt Ihnen, wie Sie dies bereits kennen, zu jedem Zeitpunkt Informationen in der Statusleiste, welche Eingaben nacheinander zu erfolgen haben. Diese müssen auch konsequent befolgt werden, da Sie sonst Fehlermeldungen ernten oder eigentümliche Ergebnisse erscheinen. Auch die Stützkurven, welche die Freiformflächen beschreiben, müssen mit großer Sorgfalt erstellt werden. Schon kleine Abweichungen oder Lücken von sich schneidenden Kurven führen zwangsläufig dazu, dass die Geometrie nicht erstellt werden kann. Aus diesem Grund, und um Ihnen den Einstieg in dieses Thema zu erleichtern finden Sie im Downloadbereich der vth-Homepage die Datei Rumpf_FMT.prt, die Sie bitte herunterladen und in Ihrer Testversion laden.

Tip: Bei Freiformflächen ist auch das Datenmodell, das die Geometrie beschreibt, aufwändiger als bei Regelkörpern. Rechnen Sie also damit, dass Ihr PC bei der Berechnung und Darstellung Ihrer Arbeiten auch einmal etwas ‚nachdenken‘ muss.

Vom Gerüst zur Fläche

Beim ersten Anzeigen der Datei finden Sie eine ganze Reihe von Zeichenelementen, die selbstständig verschwinden, sobald Sie die Anzeige regenerieren. Dies kann durch den Befehl **Neuzeichnen (Hotkey r)** ausgelöst werden oder durch einen Zoom-Befehl. Hintergrund dieses Verhaltens ist, dass sich gewisse Inhalte auf Layern befinden, die zum Zeitpunkt des Abspeicherns ausgeschaltet waren. Damit werden Sie beim Laden der Zeichnung zwar angezeigt, dann aber entsprechend der aktuellen Layerschaltung nur bestimmte Teile davon zur Anzeige gebracht.



Mit der Ihnen schon bekannten Funktion **Layer ein/ausschalten** können Sie sich ansehen, wie aus den beiden Ansichten die Konturen für die 3D-Konstruktion erstellt wurden.



Damit kann es nun endlich losgehen! Um die erste Halbschale der Rumpfform zu erstellen wählen Sie im **Volumenhauptmenü** die Funktion **Fläche-Profilnetz**. Sie werden nach dem ersten Element des ersten Querprofils gefragt (beobachten Sie bitte die Hinweise in der Statuszeile). Zoomen Sie dazu mit dem Mausrad auf den kleinen

Abbildung 1: 3D-Modell aus Regelkörpern

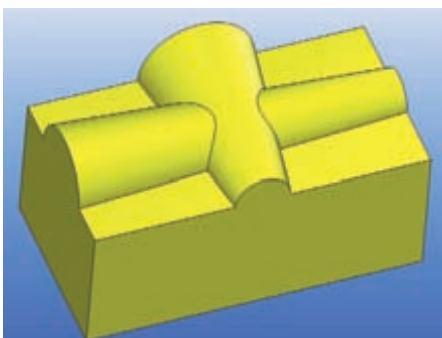


Abbildung 2: 3D-Modell mit Freiformflächen

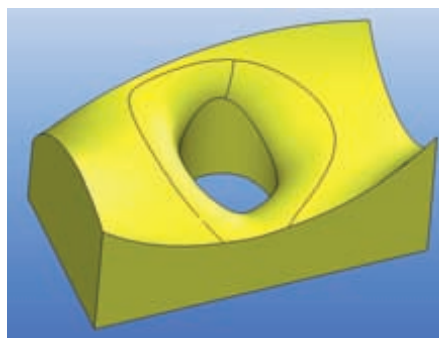


Abbildung 3



Kreis in der Rumpfspitze und wählen Sie mit einem Linksklick den in Flugrichtung rechten Kreis an (Abb. 3). Dieses erste Querprofil enthält keine weiteren Elemente, daher können Sie diesen ersten Schritt mit einem Rechtsklick beenden (Statuszeile: R: genug).

Die Frage nach dem nächsten Querprofil schließt sich an. Führen Sie dazu einen **Autozoom** aus (**Hotkey a**). Die anderen Halbspanten sind groß genug, um Sie in dieser Ansicht anwählen zu können, ggfs. drehen Sie etwas am Mausrad, um die Zoomfunktion zu nutzen. Beim Anfahren von Spant 2 werden Sie feststellen, dass dieser aus zwei Einzelkonturen besteht. Wählen Sie zuerst die obere und dann direkt die untere Hälfte, bevor Sie mit einem Rechtsklick auch diesen Spant als erledigt ablegen. Das Spiel wiederholt sich bis zum hinteren Kreisspant. Wieder verlangt MegaNC von Ihnen die Auswahl eines nächsten Querprofils. Da wir das jetzt nun mal nicht mehr haben, geben wir das der Software mit einem zusätzlichen Rechtsklick bekannt. Prompt kommt die Frage nach dem ersten Leitprofil. Sie werden bereits ahnen, dass es sich dabei um die blauen und grünen Konturen in Flugrichtung handelt. Wählen Sie nun den grünen Linienzug am Rumpfrücken an. Sie werden gefragt, ob die ganze Polyline gemeint ist, was Sie bitte bestätigen. Kurz erscheint die Aufreihung von Linien und Bögen der Polyline rot hervorgehoben, bevor nach dem nächsten Leitprofil gefragt wird (ein Rechtsklick ist hier nicht erforderlich, da das gesamte Profil als vollständig erkannt wird). Dieses ist die blaue Kontur in Flugrichtung rechts. Wiederholen Sie diesen Schritt auch mit der Polyline unten. Jetzt sind alle Stützgeometrien für unsere rechte Rumpfhälfte definiert und Sie beenden die Funktion mit einem Rechtsklick. Das Menü Profilvernetzfläche erscheint, in dem alle Quer- und Leitprofile nochmals editiert werden können. Im Hintergrund sehen Sie bereits Ihre erste Freiformfläche, die Sie mit einem OK bestätigen.

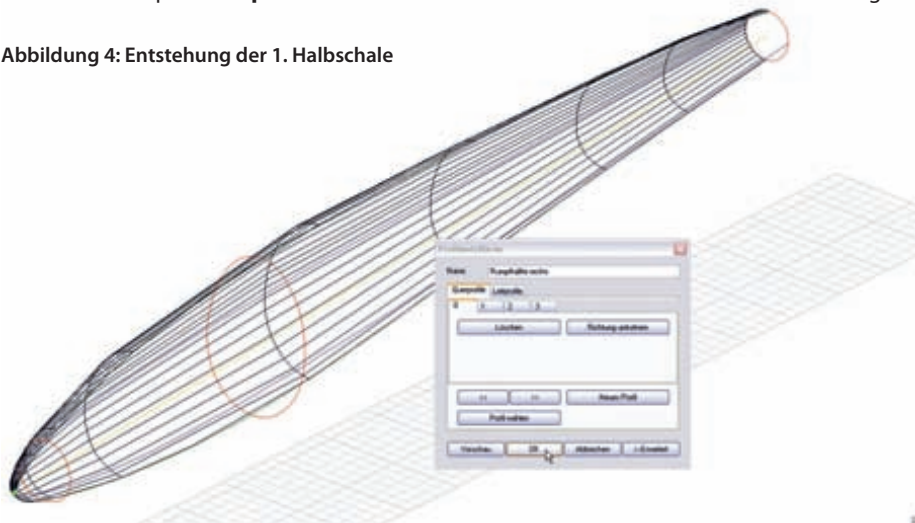


Noch befinden Sie sich im Modus Drahtprojektion. Mit dem **OPGL-Schalter** wird aus dem Gittermodell eine schattierte Halbschale. Trotzdem werden Sie wahrscheinlich beim Betrachten Ihres Werkes enttäuscht sein. Die Geometrie wirkt noch recht kantig und scheint die vorgegebenen Quer- und Leitkurven nicht zu treffen. Ich kann Sie beruhigen! MegaNC ist so voreingestellt, dass Modelle anfangs mit einer sehr groben Facettierung dargestellt werden, während der eigentliche Datensatz (Echtgeometrie) natürlich die korrekte Bauteilinformation enthält. Dies wird gemacht, um auch auf einfachen PCs ein gutes Zeitverhalten sicherzustellen. Sollte Ihr PC nicht gerade zur modernsten Generation gehören, dann können Sie mit Änderungen an der Facettierung auch die Optik erheblich verbessern. Sie probieren dies aus, indem Sie im **Volumenhauptmenü** die Schaltfläche **Facettierung** anwählen (Abb. 5).



Im Bereich Spline-Flächen geben Sie bitte eine Segmentierung von 64 ein, bei totaler Triangulierung und quadratischer Facettenform. Mit der Option **Körper neu facettieren** und dem Anklicken

Abbildung 4: Entstehung der 1. Halbschale



der Fläche wird die Darstellung umgestellt. Wenn Sie jetzt noch mit **OK** bestätigen, so wird diese Einstellung auch für neu entstehende Körper und Flächen angewandt.

Tipp: Die Anzahl der Facetten von 3D-Geometrien beschreibt die Teilflächen, in die ein Kreis für eine plastisch wirkende Darstellung eingeteilt wird. Durch die Triangulierung wird die Facettenform auf Dreiecke umgestellt, die auf quadratischen oder rechteckigen Einteilungen basieren.

Jetzt geht es an die zweite Halbschale des Rumpfbootes. Sie erleichtern sich die Arbeit, wenn Sie die Funktion **Unsichtbarkeit** einsetzen. Mit dem Befehl **Einzelne unsichtbar machen** können Sie die Schale zwischenzeitlich ausblenden, um freie Sicht auf die Konturen zu bekommen. Sie werden jetzt vielleicht sagen, warum wir das nicht – wie in den früheren Lektionen gelernt – mit einer korrekten Layer- oder Gruppenschaltung machen. Sie haben Recht, auf diesem Weg geht es natürlich auch. Nur wollte ich Ihre Konzentration in dieser Ausgabe des Workshops nicht mit zusätzlichen Anweisungen stören und Sie haben quasi nebenbei Gelegenheit, jetzt auch diese elegante Funktion kennen zu lernen.

Erstellen Sie bitte die linke Rumpfhälfte analog zu den oben beschriebenen Ausführungen, um zu einem fertigen Rumpfboot zu kommen, das bisher noch aus zwei Hälften besteht. Über **Unsichtbarkeit – Alle sichtbar machen** können Sie sich den linken Teil wieder dazu holen.

Mit dem 3D-Heißdraht herausschneiden

Angesichts der Ergebnisse werden Sie schon festgestellt haben, dass es sich bei den Freiformflächen um Geometrien mit der Dicke Null handelt. Diese können jedoch dazu dienen, um Volumenkörper zu erstellen. Vereinigen Sie daher die beiden Halbschalen zu einem Element, indem Sie im Volumenhauptmenü die Funktion **Summe zweier Körper** starten. Ein Linksklick auf eine Hälfte definiert das Werkstück, mit der rechten Maustaste wird die Auswahl abgeschlossen. Gleiches gilt für das Werkzeug, nach dem anschließend gefragt wird. Seien Sie in diesem Moment nicht enttäuscht, von diesem Bearbeitungsschritt sieht man spontan nichts. Beenden Sie die Funktion und Sie werden beim Anklicken des Objektes feststellen, dass es vollständig rosa markiert wird (Abb. 6).

Zur besseren Übersicht sollten Sie jetzt vielleicht doch alle Layer ausschalten, die Sie für die folgenden Schritte nicht mehr benötigen.



Wählen Sie dazu die Funktion **Layer ein/ausschalten** in der Befehlszeile und schalten Sie auf den Reiter Ansicht. Sie erkennen die Inhalte Ihrer Konstruktion nach Layern getrennt, wobei die Darstellung in den einzelnen Dia-Fenstern der realen Lage in der Konstruktion entspricht. Mit einem Doppelklick in eines der Bildchen wird dessen Inhalt herangezoomt. Dies wird dem besseren Erkennen dienen.

Abbildung 5



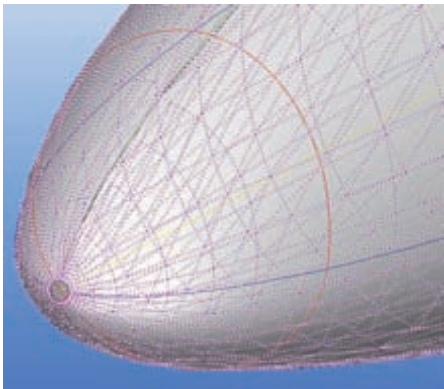


Abbildung 6: Facetten zur 3D-Darstellung

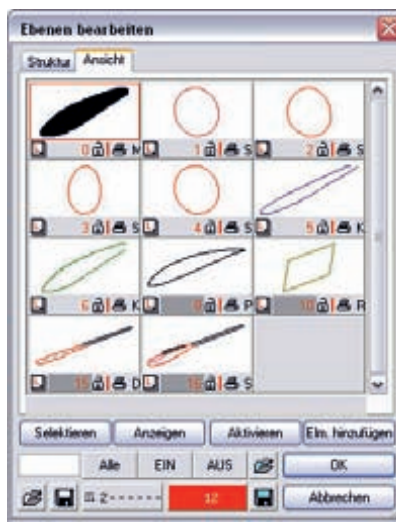


Abbildung 7



Abbildung 8

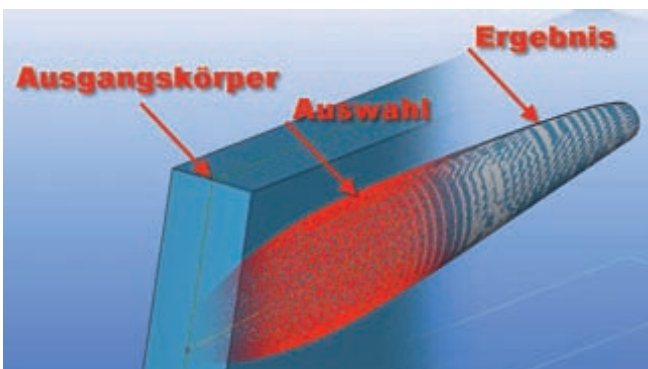
Betätigen Sie die Schaltfläche **AUS** (Abb. 7), um alle Layer auszublenden und wählen Sie einzeln die Layer 0 und 10 wieder an, indem Sie auf die jeweilige Zahl klicken (der graue Hintergrund verschwindet). Verlassen Sie das Menü über das OK-Feld. Der rechteckige Rahmen dient Ihnen jetzt dazu, ein Volumen aufzubauen, aus dem Sie anschließend den eigentlichen Rumpfkörper ausschneiden. Bevor Sie das machen wählen Sie bitte in der **Attributleiste** eine schöne Farbe aus, in der ab sofort gearbeitet werden soll und ebenso in der Attributleiste mit dem kleinen L-Symbol einen neuen Layer (schalten Sie dabei im Layer-Menü auf den Reiter **Struktur** zurück und wählen Sie Layer 11 an). An der grauen Tönung erkennen Sie aber, dass dieser im Moment unsichtbar sein soll. Das sollte jetzt kein Problem mehr für Sie sein, diesen wieder sichtbar zu machen.

Tipp: Haben Sie bemerkt, dass hier zwischen Layer aus-, bzw. einschalten und Layer auswählen unterschieden wird? Erstes dient dazu, zu entscheiden, was am Bildschirm sichtbar sein soll, mit der anderen Funktion legen Sie fest, auf welchem Layer neue Elemente erstellt werden.

So vorbereitet wechseln Sie ins Volumenhauptmenü und beginnen ein **gerades Prisma**. Die Auswahloption **Fläche** sollte gewählt sein, bevor Sie den Rahmen (dieser muss vollständig am Schirm sichtbar sein, ggfs. Autozoom mit Hotkey a) etwas außerhalb der Kontur anklicken. Die Auswahl erscheint rot hervorgehoben und Sie quittieren sie mit einem Rechtsklick. Durch Verfahren der Maus entsteht ein Klotz, den Sie beliebig aufziehen können und mit einem Linksklick absetzen.

Geben Sie Werte ein, die sich auf die Höhe des Klotzes über und unterhalb der Ausgangsebene beziehen (Abb. 8). Sobald Sie mit **OK** bestätigen, verschwindet Ihr Rumpf in dem Quader. Natürlich könnten wir jetzt mit Transparenz arbeiten, um den Rumpf auch im Inneren des Klotzes wieder zu sehen. Dies ist aber nicht notwendig, da wir ihn jetzt gleich aus diesem heraustrennen. Stellen Sie sich dazu Ihre Freiformfläche als unendlich dünnen, Heizdraht mit

Abbildung 9: Herausschneiden des Volumenkörpers

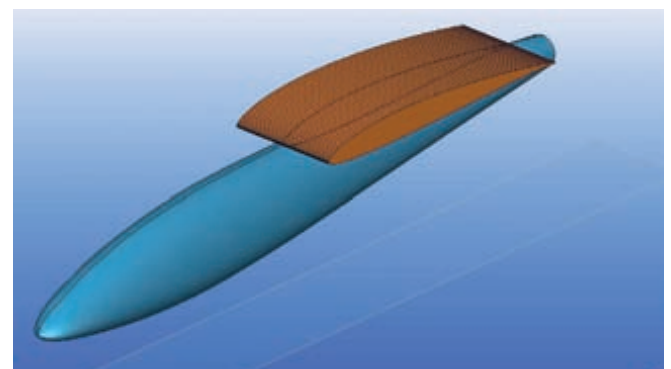


flächiger Ausdehnung' in einem Styroporblock vor, der das Innere vom Äußeren trennen kann. Der Befehl dazu im **Edit-Menü** von MegaNC heißt **Trimmen einfach**. Gleich wie beim Einsatz der Funktion im 2D wählen Sie zuerst das Objekt an, das getrimmt werden soll; in unserem Falle den Quader. Fahren Sie nun mit der Maus über den Bereich, wo sich die Rumpfkontur befindet. Die Software erkennt die Freiformfläche als mögliche Trimmkontur und lässt sie rot hervortreten. Mit einem Linksklick wählen Sie diese aus und einen kurzen Moment darauf schlägt Ihnen MegaNC eine mögliche Geometrie (den Rumpf oder die Negativform), 'gehighlightet' als Ergebnis vor. Ist es die gewünschte Geometrie, dann können Sie die vorgeschlagene Auswahl mit Rechtsklick abbrehen und haben den Rumpf als Volumenkörper am Bildschirm (Abb. 9).

Tipp: Bei der Auswahl eines Trimm-Ergebnisses werden Ihnen aus der Kombination von Nullen und Einsen vier mögliche Ergebnisse angeboten: 1: außen 2: innen 3: außen und innen und 4: keines (was nicht unbedingt Sinn macht). Durch Selektieren mit der linken Maustaste können Sie so lange klicken, bis das Wunschergebnis erscheint und dann mit rechts bestätigen.

Ihr Rumpf erscheint Ihnen jetzt noch eigenartig gefleckt? Das kommt daher, dass in diesem Moment zwei exakt gleiche Geometrien aufeinander liegen. Über die vorgenommene Layerzuordnung wwhat, einfach ausblenden. Nun soll das Rumpfbboot noch eine Flächenauflage bekommen. Wieder dient Ihnen **Layer ein/ausschalten** dazu, das Flügelprofil auf Layer 8 alleine zur Anzeige zu bringen. Mit der Funktion **Gerades Prisma** aus dem Volumenhauptmenü ziehen Sie bitte einen Flächenstummel von jeweils 30 mm auf (Eingabe: von -30 bis 30). Den folgenden Befehl **Differenz zweier Körper** kennen Sie auch bereits aus dem Teil 2 des Workshops. Werkstück ist hier der Rumpf, während das Flügelstück als Werkzeug dient. Was sich jetzt anschließt ist die Erstellung der Formhälften, falls der Rumpf in einer Negativform laminiert werden soll.

Abbildung 10: Fertiger Rumpf mit Flügelansatz



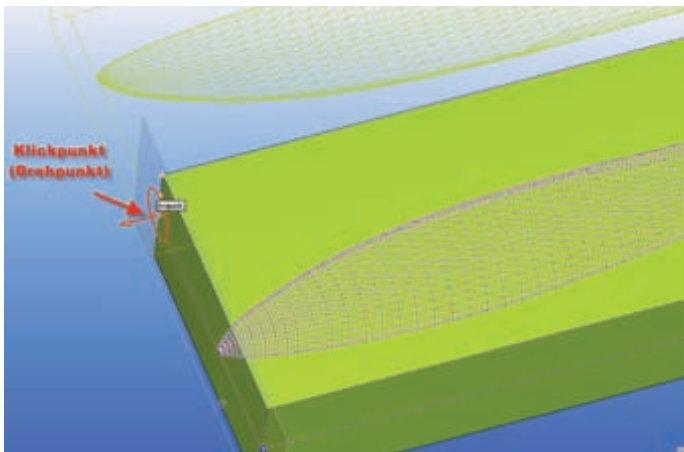


Abbildung 11: Aufklappen der Formhälften

Abformen am PC

Schalten Sie sich wieder den Rahmen auf Layer 10 sichtbar, der hier noch einmal Verwendung findet. Gut wäre es auch noch, der Form, die Sie erstellen wollen, einen eigenen neuen Layer zu gönnen, den Sie bei dieser Gelegenheit auch gleich ‚erhellen‘. Auf diesem weiteren Layer – dem Sie übrigens auch einen Namen geben können, indem Sie einfach ein Text in das Feld hinter der Layernummer tippen – und mit einer anderen Farbe lassen Sie dieses Mal zwei Prismen entstehen, die von -30 bis 0 [mm] (damit ist die rechte Rumpfhälfte im Formklotz versenkt) und von 0 bis 30 [mm] reichen. Sie werden beobachten, dass der Flächenfang beim Definieren der Grundfläche des zweiten Prismas nicht funktioniert. Dies liegt daran, dass eine geschlossene Kontur nicht mehr gefunden werden kann oder durch den Rumpf gestört wird. In der rechten Spalte der seitlichen Menüleiste finden Sie Auswahlfilter, die per default alle aktiv sind. Sie müssen nur den Filter auf **Körper Ein/Aus** abwählen. Damit existieren für die Software keine Volumen mehr und der Weg ist frei für die Auswahl über den Flächenfang. Um die Rumpfform aus dem Block herauszuschneiden, wählen Sie wieder die Funktion **Differenz zweier Körper**, jedoch mit einer kleinen Erweiterung, die Ihnen das Positiv erhält, das ja bisher immer durch die Subtraktion verloren ging. Wählen Sie also als Werkstück nacheinander die beiden Quader aus und beenden Sie die Auswahl wie gewohnt mit einem Rechtsklick. Ein Blick in die Statuszeile zeigt Ihnen eine Schaltfläche, die Sie vielleicht bisher gar nicht bemerkt hatten. Mit **MOP-Werkzeug löschen ja/nein** können Sie entscheiden, ob Ihr Rumpf erhalten werden soll. Wählen Sie diese Option durch Anklicken des Icons und führen Sie die Subtraktion wie gewohnt aus. Achten Sie darauf, dass sich diese Option nicht von selbst wieder aufhebt, Sie müssen sie also ggfs. wieder aktiv abschalten! Die Operation geschieht nun leider im Verborgenen, so dass das Ergebnis erst sichtbar wird, wenn wir die Form aufklappen. Das erinnert dann fast ein bisschen an den spannenden Moment, wenn man zum ersten Mal eine Laminierform öffnet und das Resultat vor sich sieht.

Zum Öffnen der Form legen Sie bitte die aktive Arbeitsebene mit der Funktion **Arbeitsebene – Strahl** auf die Stirnseite der Form, um die Oberseite auf dieser Ebene verdrehen zu können. Sie erreichen dies mit Drag&Drop (einfaches Anklicken der Kante der oberen Formhälfte, wenn keine andere Funktion aktiv ist) und hängen dann mit einem zweiten Klick das Objekt an die Maus.

In der Statusleiste erscheint in diesem Moment ein grüner Balken, bei dem Sie mit den Pfeiltasten auf der Tastatur die Schrittweite **größer (Rechtspfeil) oder kleiner (Linkspfeil)** einstellen können. Wählen Sie hier einen Wert von 15° und drehen Sie dann das Element durch mehrfaches Betätigen der **Pfeiltaste nach oben** bis Sie die gewünschte Lage von 180° erreicht haben. Ein weiterer Mausklick auf den Ausgangspunkt (Fangoption **Endpunkt**)

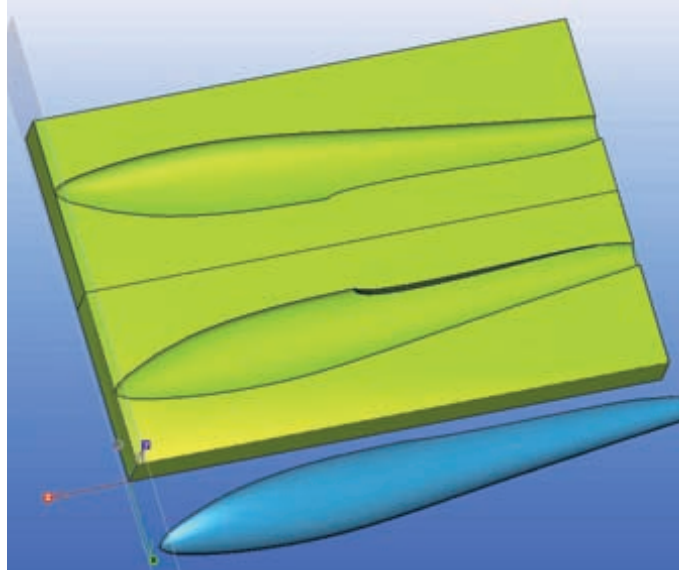


Abbildung 12: Formhälften und Rumpfpositiv

schließt die Operation ab. Zum Vorschein kommt die fertige Form, in der noch das Positiv liegt. Auch dieses können Sie einfach mit Drag&Drop herausnehmen.

Damit haben wir das Ende der gemeinsamen Übungen erreicht. Wie die Formhälften für die Fräsbearbeitung genutzt werden können geht aus dem Beispiel im Teil 2 des Workshops hervor. Natürlich muss die Form vorher noch mit Bohrungen, Sicken etc. für den GFK-Einsatz vorbereitet werden. Auch eine Verlängerung der Form in Flugrichtung wäre sicherlich von Vorteil. Doch all das würde den Rahmen dieser Ausführungen sprengen und Sie werden sicherlich schon darauf brennen, in eigenen Versuchen hier weiter zu testen.

Auch mit der Detaillierung und komplexeren Modellierung können natürlich noch weiterführende Schritte gemacht werden. Für einen Einsteigerkurs in die 3D-CAD-Welt soll es aber hiermit genügen. Ich hoffe, dass ich Sie und Ihren PC nicht zu sehr beansprucht habe und würde mich über Rückmeldungen – seien es Kritik oder Lob, Anregungen oder Wünsche – an megacad@4cam.de bzw. an die Redaktion freuen.

Installationshinweise

Im Downloadbereich der FMT (www.vth.de/Modellbau/FMT/FMT.HTM) finden Sie einen Link zum Download der Testversion von MegaNC 2007 3D NCdrive. Laden Sie sich die Version dort herunter und lesen sich bitte die Hinweise in der Datei Liesmich.pdf durch. Die Installation starten Sie durch einen Doppelklick auf die Datei setup.exe.

Sollte ein schneller Download nicht zur Verfügung stehen, können Sie mit einem E-Mail an megacad@4cam.de auch gerne eine CD anfordern (Stichwort: ‚FMT‘). Diese E-Mail-Adresse steht Ihnen während der Laufzeit des Workshops auch für Fragen zur Verfügung.

Ausmodellierter Rumpf

