Februar 2008

Projekt K2b Rhönschwalbe 1:3.85

Formenbau

Berichte und Anleitungen über den Formenbau gibt es reichlich. Neben der Fachliteratur wird man beim stöbern im www fündig. So gesehen gibt es keine Notwendigkeit, einen weiteren unter das Volk zu streuen. Wer aber davon die Nase noch nicht voll hat, soll hier ruhig mal reinschauen.

Und weshalb?

Beim vorab studieren dieser Berichte ist mir aufgefallen, das es beim Bau nie Probleme und Missgeschicke gegeben hat – und das ist bei mir mal ganz anders. Ist vielleicht auch mal Interessant, so etwas zu lesen.

Also beschreibe ich, wie es mir beim Bau der Form für meine Ka2b ergangen ist. Sollte dieser Aufsatz, entgegen jeglicher Logik, dennoch jemand dazu animieren, es ebenfalls mit dem Formenbau zu versuchen, hätte ich meinen Spaß daran.
Da ich mit dem begleitenden Fotografieren dieses Projektes erst ab dem Stadium begonnen habe, wo das Urmodell bereits fertig in die Trennebene (oder im Trennbrett) eingelassen war, beginnt die eigentliche Dokumentation erst ab diesem Zeitpunkt. Damit die Chronologie des Formenbaus dennoch stimmt, habe ich die Fotos der aufeinander folgenden Arbeitsschritte, die aus oben genannten Gründen erst beim Bau der zweiten Formenhälfte abgelichtet wurden, vor gezogen. Also bitte nicht wundern, wenn Dinge zu erkennen sind, die momentan noch gar nicht fertig sein dürften.

Die Qualität der Bilder ist unterschiedlich. Das liegt daran, dass ich teilweise mit einem Fotohandy, wie auch mit einer richtigen „ Dicketal – Kamera" fotografiert habe. Außerdem verstehe ich nix vom Fotografieren.

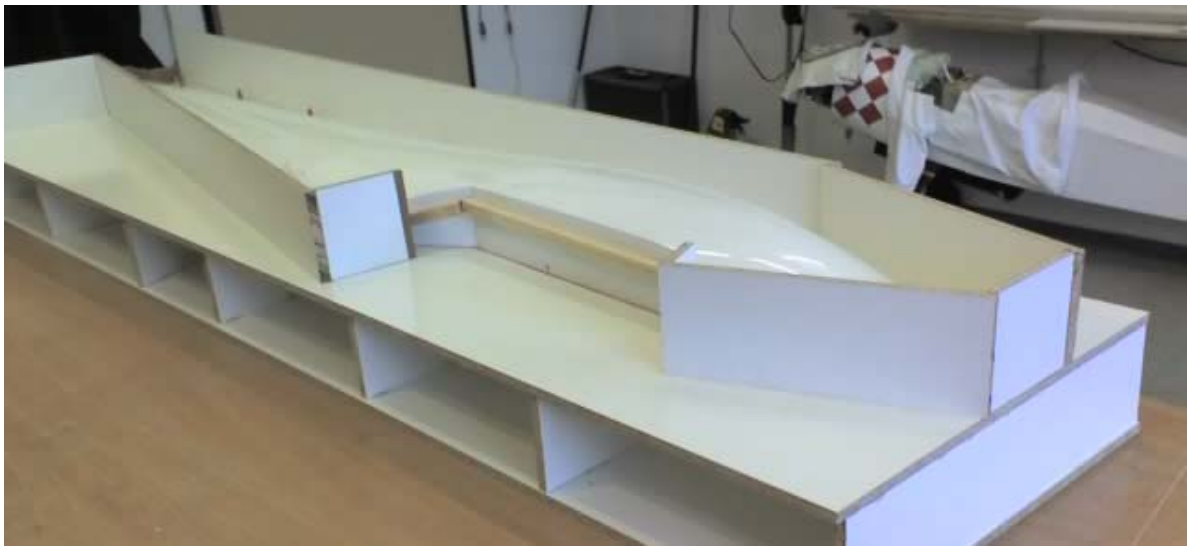
Nun geht es los:

Hier die fertige, mehrfach mit Trennwachs behandelte Trennebene mit dem angeklebten stützenden Unterbau. Die hierfür verwendeten beidseitig mit Kunststoff beschichteten, zehn Millimeter dicken Platten gibt es als Meterware für recht wenig Geld in jedem Baumarkt. Der Ausschnitt für den Rumpf wird mit einer Stichsäge entlang der zuvor aufgezeichneten Rumpfkontur ausgesägt. Die Trennebene, auch Trennbrett genannt, also das obere Teil, wird im Anschluss zum Formenbau in modifizierter Art als Verklebebrett weitere Dienste leisten. Dazu später mehr.

Hier ist das Urmodell in der Trennebene positioniert. Der Rumpf wird im Unterbau in frisch angerührtem Gipsmörtel eingebettet; das verhindert zuverlässig ein Wegrutschen oder Wackeln des Urmodells während des Formenbaus. Damit die Oberfläche des Urmodells keinen Schaden nimmt, ist dieser Mörtel in Plastiktüten gefüllt und härtet mindestens über Nacht aus. Der Spalt zwischen Rumpf und Trennbrett ist mit Knetgummi verschlossen. Mit Sekundenkleber oder wenig 5 Min.-Harz werden anschließend die Formverschraubungen und die Zentrierstifthülsen in regelmäßigen Abständen auf das Trennbrett geklebt. Nach dem Zusägen und Ausrichten des Formenrahmens wird dieser ebenfalls mit ein paar Tropfen Harz aufgeklebt. Die Formenrahmen-Innenseiten sind angeraut, damit diese sicher mit den Formbaumaterialien verkleben und zum dauerhaften Bestandteil der Form werden. Dieser Rahmen sorgt auch dafür, dass die jeweilige Formhälfte wackelfrei auf dem Bautisch liegt.

Außerdem habe ich keinen Nerv zum dem ansonsten erforderlichen Besäumen einer kompletten, rahmenlosen Form. Die Stellen, die später doch noch besäumt werden müssen, sind lediglich der Kabinenhaubenausschnitt und der Seitenruderabschluss.

Die erste Rumpfhälfte ist nun fertig zum Abformen.



Zum Anformen des späteren Formenrandes im Bereich des Kabinenhaubenausschnittes habe ich mit Vierkantleisten einen provisorischen Rahmen hergestellt. Nach dem Durchtrocknen der fertigen Form werden die Holzleisten wieder entfernt. Auf dem Bild ist zu sehen, dass nach dem Öffnen der Formhälften zum Besäumen nur wenig überstehende Laminierkeramik übrig

ist. Diese Arbeit ist mit einer Raspel und groben Schleifpapier recht flott erledigt. Die Schmutzentwicklung hält sich sehr in Grenzen.

Das Laminieren einer Formhälfte ist absolut zeitintensiv. Fünf bis sechs Stunden sind da ganz schnell rum, vor allem, wer wie ich meint, diese Arbeit allein bewältigen zu müssen. Nun, beim nächsten Mal……
Zuerst wird Formenharz auf Rumpf und Trennebene gestrichen. Damit das Harz nicht schon im Becher zu gelieren beginnt bevor es vollständig aufgetragen ist, rühre ich nur geringe Mengen an (50g). Nach Bedarf wird dann immer wieder ein frischer Ansatz hergestellt. Nachdem das Formenharz aufgetragen und angeliert ist, kann das Ausrunden enger Radien mit einem Harz – Baumwollflocken Gemisch erfolgen. Anschließend werden der gesamte Rumpf und die Rahmenseitenwände mit dieser „Kupplungsschicht" eingestrichen. Was ich zu diesem Zeitpunkt leider nicht wusste, war, dass diese Schicht lediglich hauchdünn sein muss. Ich habe unnötig viel Material und Zeit verschleudert. Nun, beim nächsten Mal…..
Nach sechs Stunden Arbeit tat mir der Rücken derart weh, dass ich die weiteren Tätigkeiten auf den nächsten Tag verschieben musste – wohl wissend, dass dann zum weiter Harzen zwangsläufig eine vorab erforderlich Schleiforgie auf mich zukommen würde. Ausgehärtetes Epoxydharz muss angeschliffen werden, damit es zuverlässig mit neuem Harz verklebt.
Nächster Tag: Schleiforgie, dann eine dünne Harz-Baumwollflocken-Schicht aufpinseln und auf die noch klebrige Oberfläche zur Stabilitätserhöhung zwei Lagen 163er Köpergewebe laminieren.

Epoxydharz und Laminierkeramik müssen nass in nass verarbeitet werden. Die Laminierkeramik wird deshalb sofort aufgetragen, um eine sichere Verklebung zwischen beiden Materialien sicher zu stellen. Das grob strukturierte M1 Glasgewebe ist 5mm dick. Im Bild sieht man die zuvor sorgfältig zugeschnittenen Gewebestücke. Bereits jetzt müssen die Ausschnitte für Formverschraubungen ect. angebracht werden, im nassen Zustand geht da nämlich nix mehr. Zur Verarbeitung wird in einem großen Eimer Keramikpulver mit Wasser verrührt, das Gewebe darin satt getränkt und dann aufgelegt. Nach dem Aushärten erhält man eine sehr stabile, wie auch bockschwere Form. Der Materialverbrauch des sündhaft teuren R&G Keramikpulvers ist wesentlich höher, als ich es erwartet

hatte. 16Kg gingen für beide Formhälften drauf. Beim nächsten Mal nehme das "Alabit" von OBI. Das kostet nur ein Bruchteil vom R&G Pulver und funktioniert mindestens genau so gut. Der Formenbau in der Kombination GfK + Keramik soll laut der R&G Produktbeschreibung in kürzerer Zeit von statten gehen, als die klassische, in reiner GfK – Technik.

Die tatsächlich einfache und schnelle Verarbeitung der Laminierkeramik ist jedoch trotz großer Vorsicht bei der Verarbeitung eine rechte Sauerei. Es macht Sinn, den Arbeitsbereich großzügig mit einer Folie abzudecken. Mein

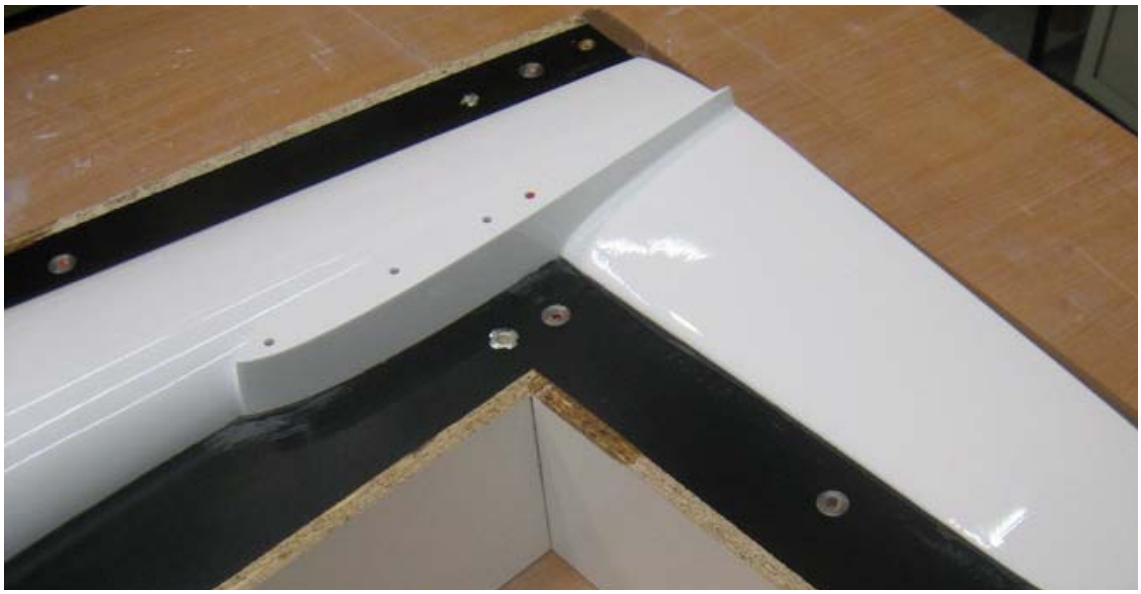
Werktisch hat deutlich Kampfspuren abbekommen. Das Gesamtkunstwerk sieht dann später so aus:

Nachdem die erste Formhälfte gut durchgehärtet, bzw. durchgetrocknet ist, wird das Trennbrett entfernt. Das geht übrigens einfacher, als man glaubt. Ein wenig an der Trennebene klopfen und biegen, und mit einem Krachen löst sich die erste Formenhälfte mitsamt dem Urmodell ab.
Achtung: Auch wenn die Neugier nagt und es schwer fällt: das Urmodell muss unbedingt in der fertigen Formenhälfte verbleiben und darf auf keinen Fall dort heraus genommen werden – da bekommt man es nämlich nie wieder rein!
Die Seitenruderabschlussleiste kann aber bereits abgenommen werden. Mit einem leichten Hammerschlag ist das erledigt.

Für den Bau der zweiten Formenhälfte muss die erste zunächst vorbereitet werden. Form und Rumpf werden mehrmals und sorgfältig Trennwachs behandelt und nach dem Ablüften vorsichtig poliert werden.
Der ebenfalls abgebildete Kabinenhaubenklotz ist zum Tiefziehen nicht stabil genug gebaut. Er wird später ebenfalls abgeformt und neu laminiert.

Detailansicht der ersten Formhälfte:

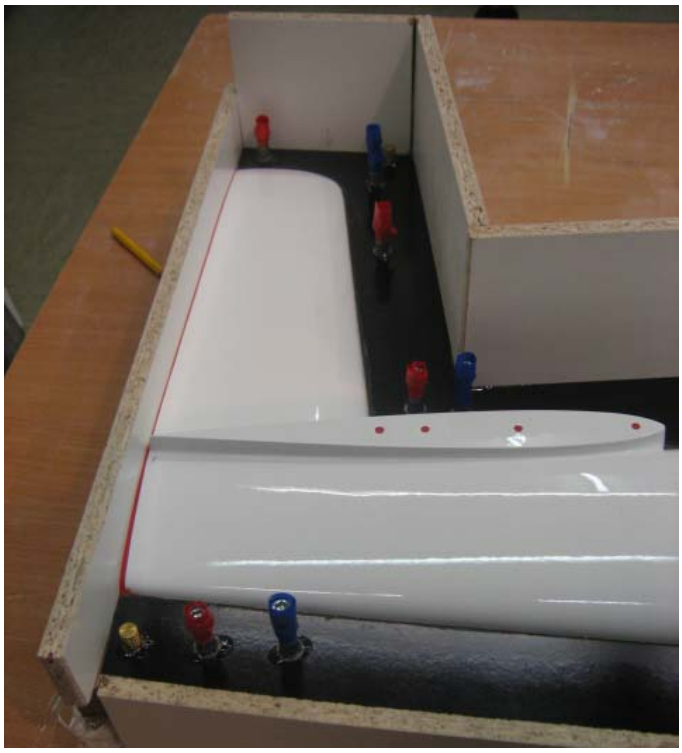
Die Freude über die erste fertige Formhälfte ist ein wenig getrübt. Sie hat kleine, aber zeitraubende Mängel, die langwierig behoben werden müssen.
Beim Verschließen des Spaltes zwischen Urmodel und dem Trennbrett habe ich entweder das Knetgummi zu tief dort hineingedrückt, so, dass eine Vertiefung entstanden ist oder beim Auftragen des Formenharzes zu kräftig gepinselt. Das Ergebnis war eingedrungenes Formenharz in die nun neu entstanden Trennebene der linken Formhälfte; u.a. vorn an der Nasenleiste des Höhenruders. Mit einer Schlüsselfeile habe ich den Überstand vorsichtig wieder eingeebnet. Die dabei entstandenen wenig schönen Kratzer in der Oberfläche des Formenrandes wirken sich jedoch nicht qualitäts- mindernd beim späteren Laminieren von Rümpfen aus.



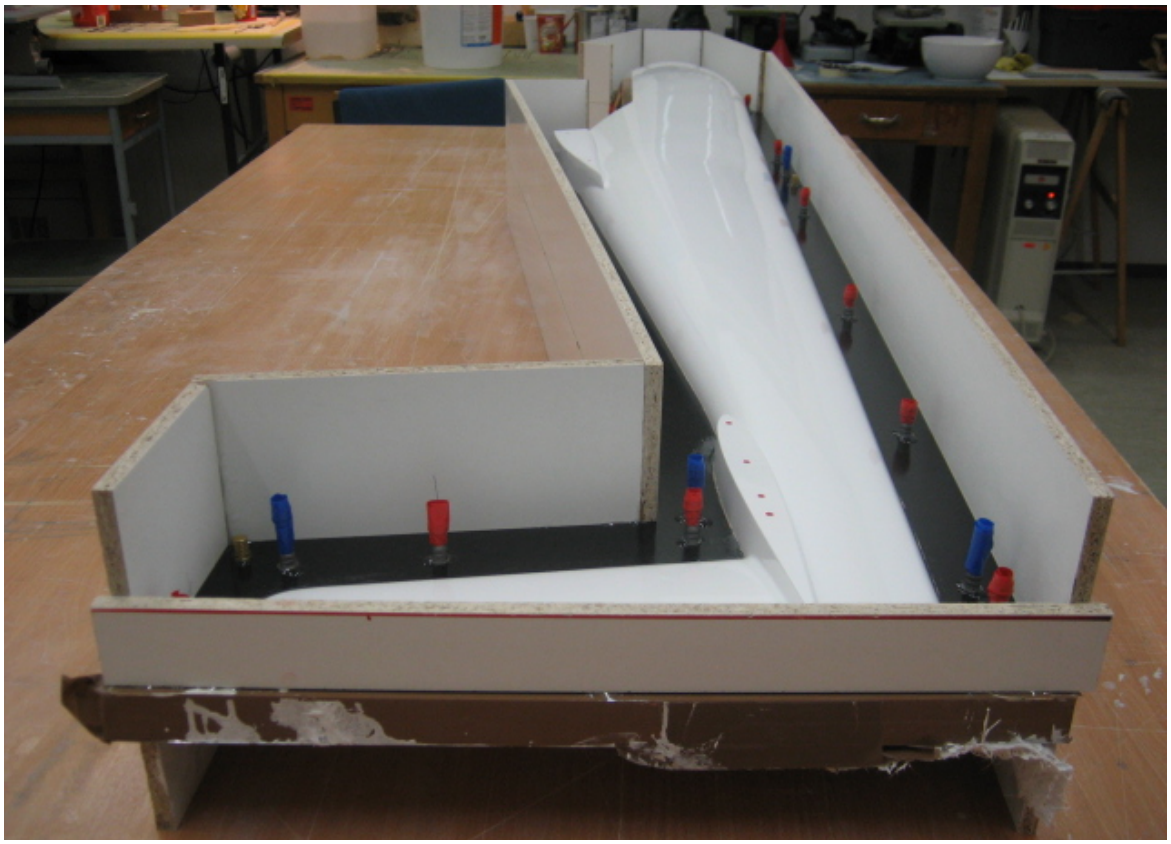
In beiden Formhälften befinden sich Messingbuchsen zur Aufnahme von herausnehmbaren Zentrierstiften. Diese sorgen dafür, dass später beide Formhälften beim Verschließen immer exakt zueinander positioniert sind.
Des Weiteren sieht man den gewindelosen Teil der so genannten „ Fix – A – Form" Verschraubung. Die roten Knetgummireste darin werden beim Durchbohren der Form entfernt.
Die einlaminierten Einschlagmuttern dienen später lediglich als Gegenlager beim Aufdrücken der Form. Durch Eindrehen einer Schraube durch die gegenüberliegende Formenseite werden beide Hälften gewaltfrei und komfortabel voneinander getrennt.

Die zweite Formhälfte wird nun analog zur ersten aufgebaut.

Die mit einem Gewinde versehenen Gegenstücke zur Formverschraubung (rot) und die Zentrierstiftbuchsen werden aufgeklebt. Ebenso die Gewindestücke mit Schrauben (blau) zum Aufdrücken der Form. Die darin eingedrehten Imbussschrauben werden mit Isolierband gegen Verkleben mit Harz und Keramik geschützt. Dann werden die Rahmenteile aufgeklebt. Der Spalt zwischen Seitenruderabschluss und Rahmenteil ist mit Knetgummi verschlossen. Dieses provisorische Rahmenteil, wie das des Kabinenhaubenausschnittes, wird nach dem Formenbau wieder entfernt. Die anderen Rahmenteile werden zum Bestandteil der Formenhälfte.



Nun kann die rechte Formenhälfte gebaut werden. Der Arbeitsablauf ist vollkommen identisch zum Aufbau der ersten Seite.

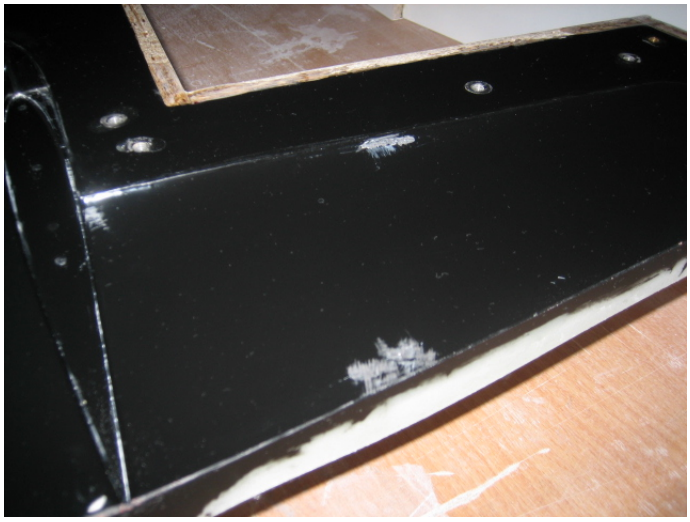


Und irgendwann steht das komplette „eingeformte" Urmodel auf dem Werktisch und wartet darauf, wieder an das Tageslicht zurück zu dürfen. Form und Urmodell wiegen miteinander nicht weniger als 20Kg!

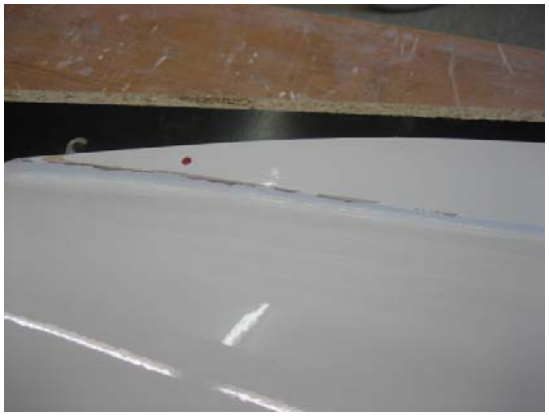
Das Öffnen der Formhälften gestaltet sich problemlos. Die Imbussschrauben, welche über dem Gegenlager (Einschlagmutter) positioniert sind, werden stückweise eingedreht und lassen die Hälften unter imposanten Krachen auseinander driften.

Aus mir noch unbekannten Gründen sind in der Seitenruderfläche, den scharfen Kanten der Höhenruderanformung sowie des Tragflächenanschlusses Farbreste hängen geblieben. Diese sind fest mit dem Formenharz verklebt!? Trotz aller Vorsicht beim Entfernen dieser Reste hat die Oberfläche in diesen Bereichen

optische Mängel bekommen. Ist zwar ärgerlich aber nicht wirklich schlimm, da die späteren Rümpfe ohnehin außerhalb der Formen lackiert werden sollen.



Es sind auch Lackreste vom Tragflächenanschluss in der Form hängen geblieben. Die Frage nach dem warum ist hier jedoch eindeutig geklärt. Die aus Sperrholz gefertigte Rippe am Urmodell habe ich, warum auch immer, nicht mit einem Glasgewebe überzogen. Die Haftung zwischen dem 2K Lack und dem Holz ist wesentlich geringer als die, zwischen Lack und dem Trennwachs der Form – und der Schwächere gibt halt nach. Wieder was dazu gelernt - beim nächsten Mal……



Ein weiterer Fehler den ich korrigieren musste: Eine Luftblase im schwarzen Formenharz habe ich mit Harz aufgefüllt und für die Zeit des Aushärtens mit Tesafilm zugeklebt Luftblasen im Formenharz entstehen immer dann gerne, wenn man es zu dick aufträgt. Hauchdünn muss es sein! Nun, beim nächsten Mal….

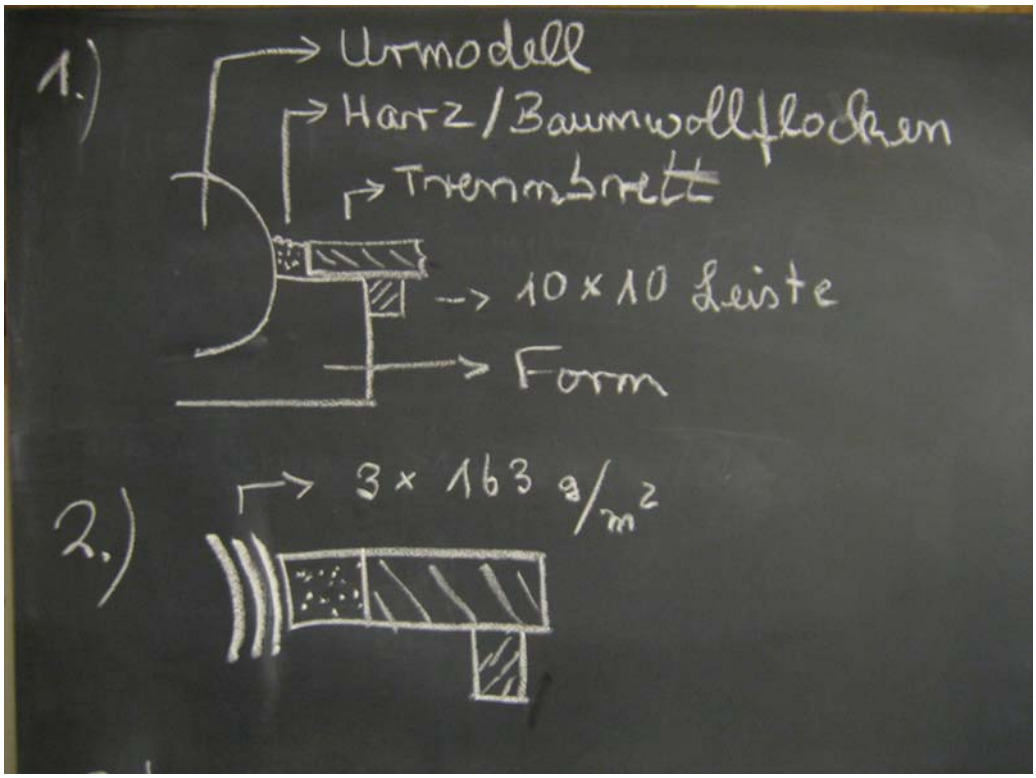
Modellbau ist Freizeit - und da arbeite ich gern ohne Zeitdruck. Ich möchte später beim Rumpf laminieren in Etappen vorgehen: den einen Tag die erste Rumpfseite laminieren, den anderen die Zweite und das Zusammenkleben beider Hälften zu einem beliebigen Zeitpunkt meiner Wahl. Und dazu brauche ich ein Hilfsmittel, das mir das ermöglicht -> eine Verklebeleiste.

Das Herstellen einer Verklebeleiste:

Was ist das eigentlich und wofür ist sie gut?
Nun, eine Verklebeleiste dient dazu, eine Rumpfhälfte so herzustellen, dass sie an der Nahtstelle zur anderen Rumpfhälfte einen Versatz nach innen erzeugt und dann noch einige Millimeter in diese Hälfte hinein ragt. Dieser Versatz ist mindestens so stark, welcher der Laminatdicke des Rumpfes im gegenüber liegenden Bereich entspricht – also 2-4 Lagen 163g/qm Gewebe. Nach Entfernen der Verklebeleiste wird die andere Rumpfhälfte, einfach wie ein Dosendeckel, übergestülpt. Vorteil: beide Rumpfhälften können zeitlich unabhängig voneinander laminiert werden. Erst nach dem Durchtrocknen beider Hälften werden diese, mit etwas Harz an der Naht, miteinander verklebt. Nachteil: Die zu verklebenden Flächen müssen vorher gut angeschliffen werden.

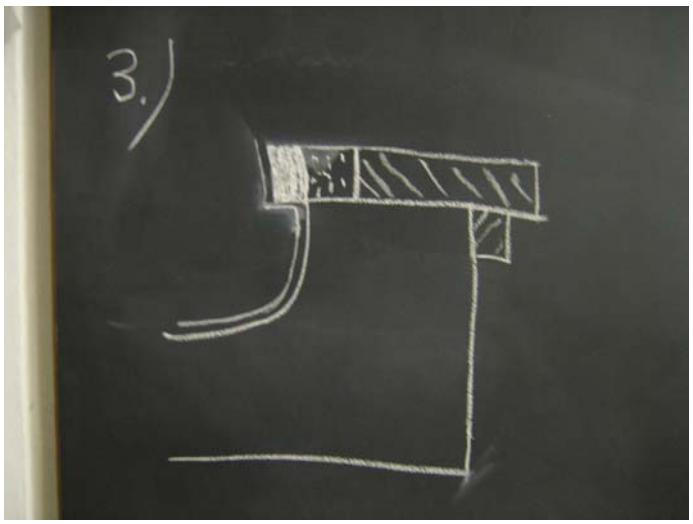
Herstellung einer Verklebeleiste:

Im ersten Schritt wird die Rumpfkontur abgeformt, im zweiten Gewebe auflaminiert.

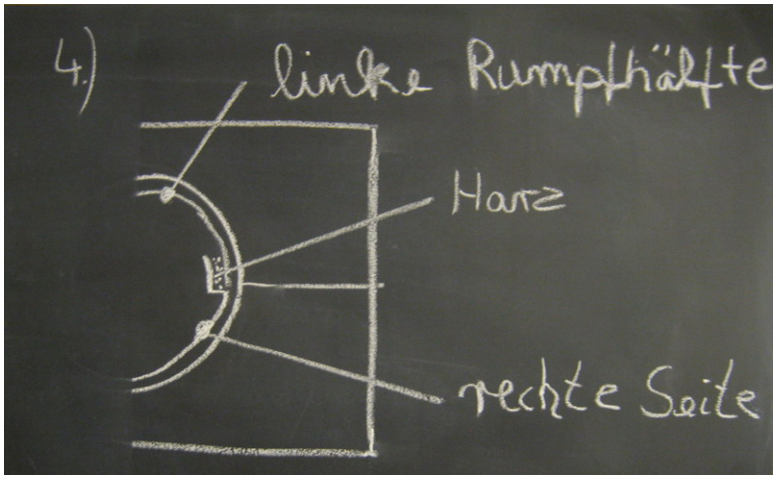


Anwendung der Verklebeleiste beim Laminieren eines Rumpfes:

Im dritten Schritt wird die Verklebeleiste wird auf die Formhälfte gelegt und die Rumpfseite mit dem Versatz an der Rumpfnaht laminiert. Nach dem Durchhärten wir die Verklebeleiste wieder abgenommen.



Im vierten Schritt wird eingedicktes Harz auf die Nahtstelle gegeben. Dann werden die Formenhälften miteinander verschraubt.



Statt mehrere Verklebeleisten herzustellen kam mir die Idee, das vorhandene arbeitslose Trennbrett dafür zu benutzen. Das spart ein Haufen Arbeit da nun ein "Verklebebrett" entsteht! Die an der Unterseite dieses Brettes ringsum angeklebten Kiefernleisten geben nicht nur eine definierte Position auf der unteren Formhälfte vor, sie stabilisieren auch das ansonsten recht zerbrechliche, nur 10mm dicke Plattenmaterial. In den Spalt zwischen Urmodell und Trennbrett wird nun ein nicht zu dickflüssiges Harz-Baumwollflockengemisch gefüllt. Nach Durchhärten des Harzes wird dieses Brett wieder abgenommen und wie oben in der Skizze (Schritt 2) ersichtlich, weiter bearbeitet.

Nun denn, eine Formhälfte und das Verkleberett ist nun komplett fertig. Bleibt "nur noch" das Herauslösen des Urmodells aus der anderen Formhälfte. Diese doch eigentlich schöne Arbeit schien lange Zeit als Desaster zu Enden. Die nachfolgenden Bilder sind der reinste Horror:

Weder Urmodell noch Form wollen vom anderen loslassen. Beide sind beinhart und unflexibel. Ich musste mich von oben durch das Urmodell Richtung Form vorarbeiten um anschließend quadratmillimeterweise die Formoberfläche frei zu legen. Erst nachdem die Höhenruderanformung befreit war, konnte ich mit einem gewaltigen Ruck das bereits grausam beschädigte Urmodel aushebeln. Die auftretenden Kräfte waren dabei so groß, dass das eingearbeitet Alu - Vierkantrohr verbogen wurde und ich einen Bluterguss in meiner Handfläche hatte. Ich bin mir sicher, dass es bei der Kombination von Trennwachs und Trennlack (PVA) auf dem Urmodell, keine Probleme beim Entformen gegeben hätte. Dieser wichtige Hinweis steht übrigens auf dem Beipackzettel der Dose des Trennwachses. Wer nicht hören (lesen) will, muss eben fühlen. Beim nächsten Mal…….
Da ich mittlerweise richtig geübt im Entfernen von Lackresten bin, geht mir diese Arbeit natürlich routiniert von der Hand - will aber so gar keinen Spaß machen.

Nach dem Säubern beider Formhälften werden diese fünfmal mit Trennwachs behandelt. Auch dies ist eine kleine Wissenschaft für sich: kreisend auftragen, nur wenige Minuten ablüften lassen, mit einem sauberen, weichen Lappen abwischen und mit einem weiteren Lappen unter sanftem Druck auf Hochglanz polieren. Für beide Hälften benötige ich dazu eine Stunde Zeit. Bevor ein weiterer Wachsauftrag erfolgen kann, muss die frische aber erst durchhärten – am besten ist, damit einen Tag zu warten.

Wer mit Harzen und Trennmitteln arbeitet, muss seine Haut schützen! Eine spezielle Hautschutzcreme und Latexhandschuhe sind unverzichtbar. Das scheinbar harmlose Trennwachs hat es in sich. Spätestens nach dem wachsen einer Formenhälfte lösen sich die Handschuhe in Wohlgefallen auf!

Die Formhälften sind nun bereit, darin einen Rumpf zu laminieren. Wie es mir dabei ergeht, beschreibe ich zu einem späteren Zeitpunkt.

Bis zu diesem Punkt sind von der Idee, Planung, Konstruktion, dem Bau des Urmodells und dem Formenbau fünf Bausaisons ins Land gegangen. Natürlich habe ich in dieser Zeit auch andere Dinge getan und dieses Projekt auch mal ruhen lassen.

Resümee:

Lohnt sich der Formenbau?

Emotional JA und rational NEIN.

Gründe für ein NEIN:
Monetär und zeitlich gesehen, komme man mit einem Bausatzmodell i.d. R. wesentlich billiger und schneller in die Luft.
Man muss wenig oder keine Zeit in das Modellbauen investieren.
Selbst gestricktes ist unnötig, der Markt ist mit Fertig,- und Bausatzmodellen überschwemmt.
Wenn mein Fertig,- oder Bausatzmodell in jeder Hinsicht kacke ist, bin ich nicht verantwortlich, jedoch der Held, wenn es ausgezeichnet fliegt.
Ich finde meine zwei linken Hände toll, das soll auch so bleiben.

Gründe für **mein** JA:
Modellbau ist ein wunderbarer Weg ohne Stoppuhr, kein Etappenziel.
Ein eigenes Modell gibt dem Ego so viel mehr, als es K€ High End Fliegerchen je in der Lage wären.
Modellbau und Fliegen sind mein liebstes Hobby.
Ich bin unabhängig, konstruiere, baue und fliege mein Modell.