

HOBBY SHOP SEELE

(finde was fliegen soll!)

Wie geht das genau mit der Herstellung von GFK-Teilen?

Teil 1:

Ein Höhenleitwerk Hergestellt aus Materialien der Firma
R&G

Im Januar 2011

Hallo Leute,

puhhhh mag mancher von euch denken. „Gibt es doch schon genug!“

Richtig! Es gibt die in jeglicher Form. Broschüren, Bücher, und na klar Filme wurden gedreht. Einige davon sind auch wirklich recht gut gemacht. Aber!

Ich persönlich kann mich im Besonderen noch an eine Version erinnern, für die man sogar im Internet bezahlen muss. Interessant war bei dieser Version unter den vielen weggelassenen wichtigen Beschreibungen, dass da ein älterer Herr die Form nach dem Aushärten des Bauteiles öffnet und ein fertig besäumtes Flügelteil locker aus der Form herausrutschen lies. Aber hallo, „verkaspert“ können wir uns selbst! Wer da genau hinsieht kann erkennen, dass diese Form mindestens zum zweiten mal geöffnet wurde. Jeder der auch nur etwas technisches Verständnis hat, kann sich denken, dass das nicht so sein kann.

Nach meiner Anleitung können Sie meines Erachtens sofort mit dem Bau loslegen, sofern Sie eine Form besitzen und die beschriebenen Materialien von R&G verfügbar haben.

Haben Sie anderes Material, so probieren Sie es einfach aus, ich kann eh für nichts garantieren!

Ich beschreibe hier ausschließlich Arbeitsgänge unter Verwendung von Werkstoffen der Firma R&G. So ist es mir auch möglich, Ihnen Vor- und Nachteile bei entsprechenden Arbeitsschritten und den Anwendung der Werkstoffe zu nennen. Mit den Materialien der Firma R&G arbeite ich schon seit sehr vielen Jahren und ich möchte betonen, dass meine von dort bezogenen Werkstoffe immer in sehr guter gleichbleibender Qualität und schnell geliefert werden. Aber alles hat eben seinen Preis!

Vorbereitung der Form

Fangen wir mal mit der Vorbehandlung unserer vorhandenen Form an. Gehen wir einfach mal davon aus, die Form wurde im Internet erworben. Die Form ist gebraucht und wir kennen die Werkstoffe die zuvor zum Einsatz kamen nicht. Die Oberfläche der Form waschen wir zuerst mit Wasser ab. Danach sollte sie noch gründlich gereinigt, poliert und mit einem wirksamen Trennmittel beschichtet werden.

Es gibt zwei Systeme im Angebot.

Zu nennen wäre da Poliermittel und Wachs aus amerikanischer Herstellung.



CLEAN `N GLAZE

Das Poliermittel ist sehr wirksam, es entfernt auch alte dünne Harzreste, kleine Kratzer und reinigt die Formoberfläche intensiv. Nach der Politur mit einem Baumwolltuch entsteht ein optimaler Glanz. Das Poliermittel gibt auch älteren, viel gebrauchten Modellen etwas von einem „neuem Flair“.

FORMULA FIVE

Ist die Politur abgeschlossen, erfolgt das mehrfache wachsen (etwa 3 bis 4 mal). Im folgendem Rhythmus:

Wachsen, 10 min. warten, aufpolieren, danach ca. 6 Std. ablüften lassen.

Die Trennwirkung dieses Systems ist nach richtiger Anwendung als sehr sicher zu bezeichnen. Der Nachteil liegt einzig und allein in den sich mehrfach wiederholenden Arbeitsgängen. Ich denke da besonders an große Flächen.

Das zweite System ist da nicht so zeitintensiv und man bekommt bei richtiger Anwendung auch eine ganz hervorragende Oberfläche an seinem Bauteil.

Es werden dazu vier Komponenten benötigt.



Polierpaste

Diese ist auch sehr vielseitig einsetzbar, Schleifspuren von 1200er Nasspapier werden sicher auspoliert.

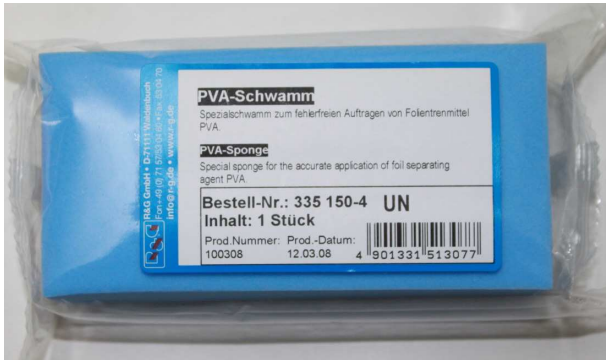
Grundierwachs

Bei „eingefahrenen Formen“ reicht ein einmaliger Auftrag der nach etwa zwei Minuten auspoliert werden kann. Bei neuen Formen wiederholt man diesen Vorgang drei bis vier mal.

Der erzeugte Glanz ist nicht sehr hoch. Das ist auch nicht erforderlich, da das nachfolgend aufzutragende PVA durch Trocknung einen Hochglanz gibt.

Folientrennmittel PVA

Wie der Name schon beinhaltet, hinterlässt PVA nach dem Auftragen eine Folie. Der eigentliche entscheidende Knackpunkt bei diesem Arbeitsgang ist der Auftrag auf die Formoberfläche. Damit wird die Gleichmäßigkeit und die Oberflächengüte des Bauteils bestimmt. Zum Auftragen auf die mit Grundierwachs behandelte Form benötigen wir bei der Leitwerksform einen feinporigen Schwamm.



Keinen Schwamm, der besser ist als dieser, habe ich bisher gefunden. Aber trotzdem braucht es etwas Übung damit zu arbeiten. Für kleinere Bauteile viertele ich den Schwamm. Eine entsprechende Menge PVA gebe ich auf die Form. Es muss soviel sein um die Oberfläche feucht zu benetzen. Die Verteilung der Flüssigkeit muss zügig und gleichmäßig erfolgen. Mit dem feinporigem Schwamm geht das ohne Luftblasen zu

Erzeugen. Lassen Sie das PVA ca. 30 Min. antrocknen und schauen sich das Ergebnis an. Es kommt vor, das mal ein Fussel eingeschlossen wird. Dann einfach mit Wasser abwaschen und neu machen. Nach ca. 2 Stunden Trocknung kann die Form verwendet werden. Diese ist das sicherste Trennmittel. Allerdings darf die Folienschicht nicht mit scharfen Gegenständen beschädigt werden. Das PVA überträgt seine hochglänzende Oberfläche auf das Bauteil und bleibt dort haften. Einfach mit Wasser abwaschen. Fertig!

Wir haben uns für eine dieser Methoden entschieden und erfolgreich ausgeführt, können wir uns nun den Materialien zuwenden die zum eigentlichen Herstellen des Höhenleitwerk benötigt werden.

Dazu gehören die eigentlichen Komponenten des Leitwerks und die Hilfsmittel um das Bauteil im Vakuum herzustellen.

Die Bauteile des Höhenleitwerks

Für den Zuschnitt des Gewebes und des Stützstoffes und auch der Hilfsmaterialien fertigt man sich eine Schablone aus Sperrholz oder dicken Karton an.



Schneiden wir mit einem Skalpell! Alle Gewebelagen in einem Winkel von 45° auf einer rutschfesten Unterlage zu.



2 x ca. 50 g/m² Gewebe als erste Lage auf die Feinschicht.
 1 x ca. 80 bis 105 g/m² für die Unterseite des Höhenleitwerks
 1 x Kohlefasergewebe 93 g/m² für die Oberseite, mit ca. 2 cm Übergröße an allen Seiten.
 Der genaue Zuschnitt erfolgt später.
 Zwei 0,6 mm Balsabrettchen die als Stützstoff erhalten müssen. Unten mit Ausschnitt.
 Es werden weiterhin gebraucht 2 Kohlefaserrings zur Verstärkung der Nasenleiste und ein Scharnierband aus 110 g/m² Abreißgewebe

Das Ganze sieht dann so aus.



Die Hilfsmittel für den Zusammenbau im Vakuumverfahren.



In der Reihenfolge des Gebrauchs:

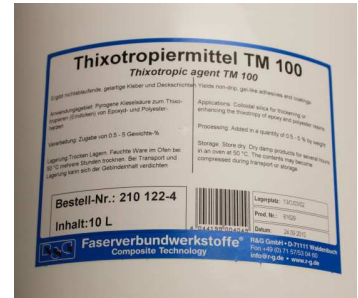
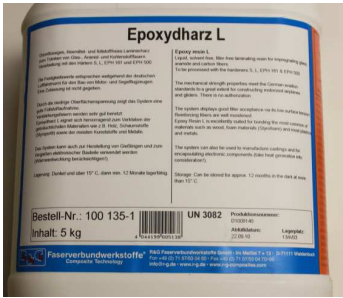
Transferfolie für das Kohlefasergewebe (Plastikbeutel)

Lochfolie fein von R&G

Abreißgewebe von R&G

Absaugvlies von R&G oder Omas altes Bettlaken :~))

Die sogenannte Feinschicht wurde schon einmal erwähnt.
 Sie verhindert Luftpfeinschlüsse an den Oberflächen der Bauteile.
 Ich benutze dafür ein etwas mit Aerosil angedicktes Harz L, Härter L und 10% Farbzusatz.



Zweckmäßiger Weise kann man diese Feinschicht, wenn man z.B. ein Flugmodell bauen will gleich in alle Bauteile einbringen. Auf den Flächen benutze ich dazu ein feine Schaumrolle und bei der Rumpfform geht das mit einem Pinsel. Dieses Harzsystem ist erprobt, ich benutze es für die Feinschicht. Selbst wenn es bereits ausgehärtet verbindet es sich auch nach Tagen noch mit dem nachfolgendem Harzauftrag. Dieser Vorteil ist sehr wichtig und ist bei der Verwendung von Härter S nicht gegeben.

Haben wir gemacht!



Und diese Farbe benutzt!



Nun Folgen die einzelnen Arbeitsschritte

Das Balsaholz muss an der Endleiste flach geschliffen werden. Klar beide Brettchen!



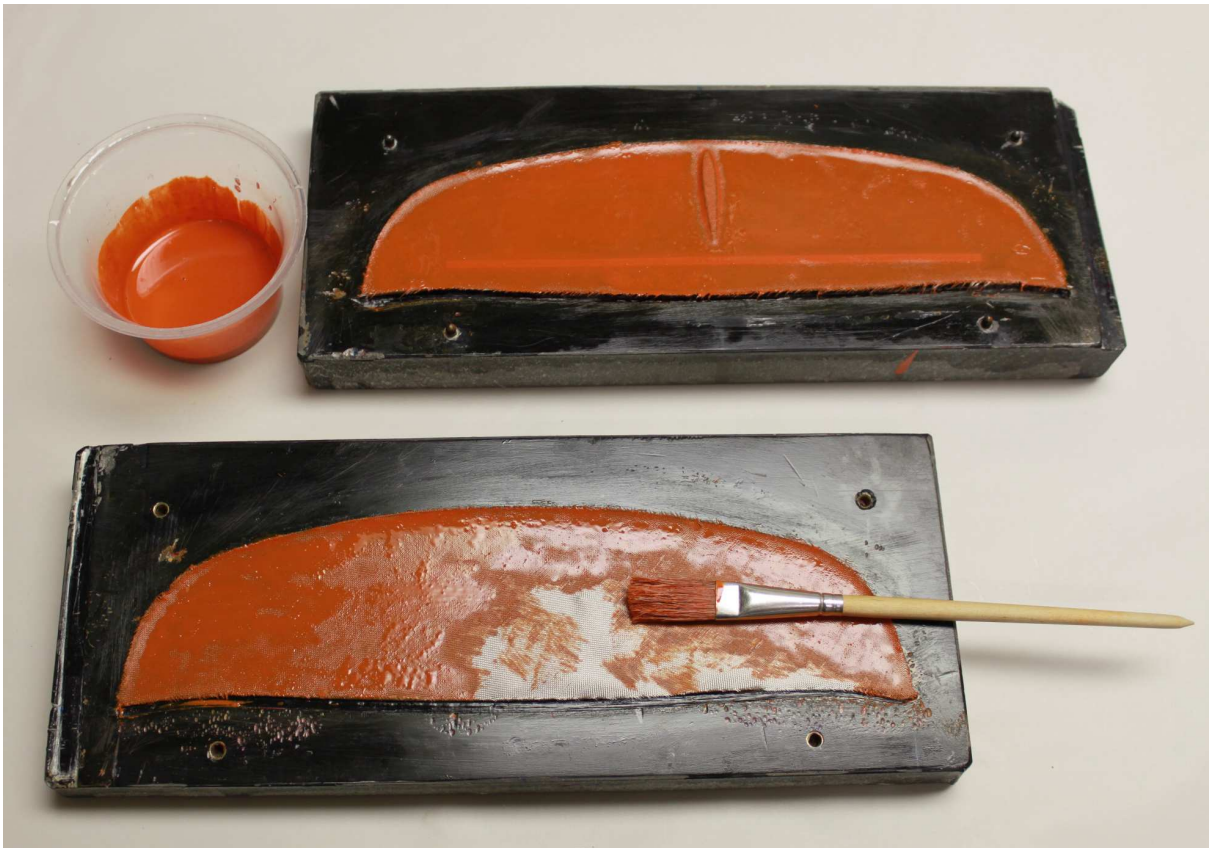
Das 50 g/m² legen wir trocken auf die Feinschicht. So kann man es schön an den Kanten ausrichten.



Für dieses Leitwerk reicht eine Gemischmenge von 12,5 Gramm.
Wir mischen 9 Gramm Harz L, 1 Gramm Farbzusatz und 2,5 Gramm Härter EPH 161 in eine Puddingschüssel von Lidl. Es gibt dafür feine Waagen mit zwei Stellen nach dem Komma!



Durch das 50er Gewebe tupfen wir vorsichtig das Harz, ohne dabei das Gewebe zu verschieben.



In die Nasenleiste legen wir die beiden Kohlefaser-Rowings. Schön tränken!



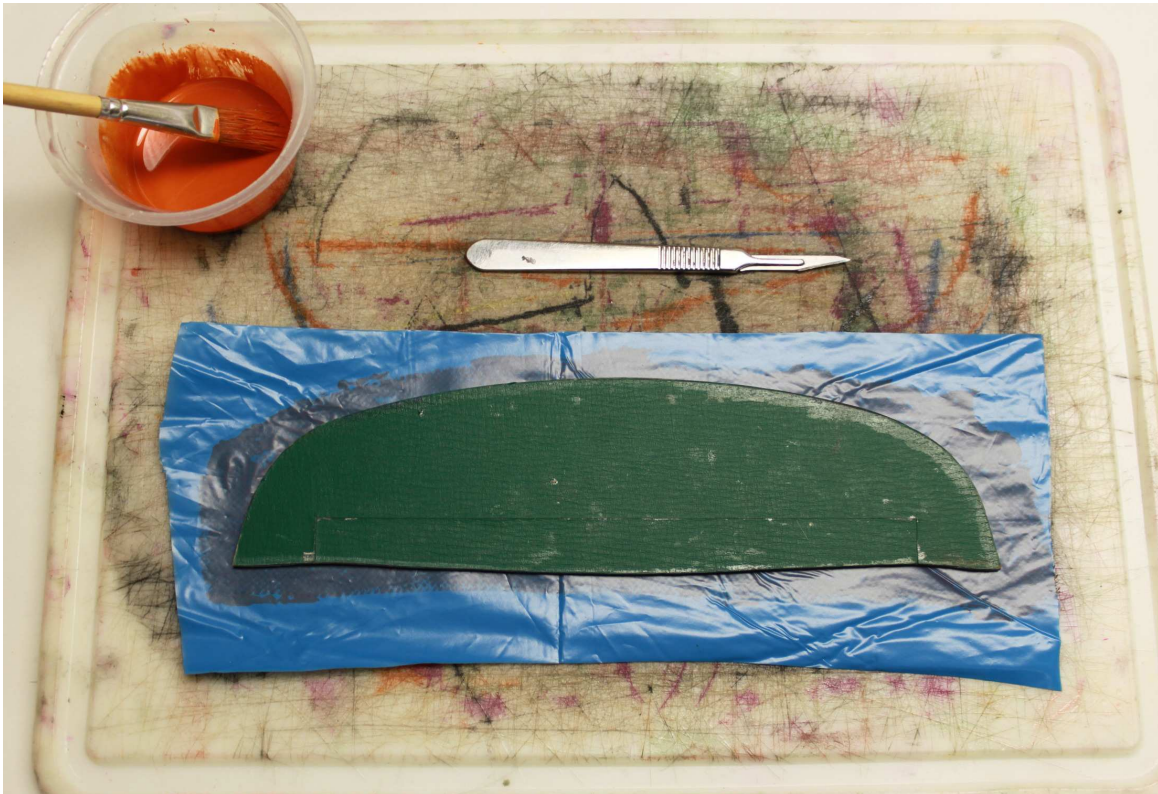
Die Unterseite bekommt eine Lage 105er Gewebe. Diese lässt sich ohne weiteres an der Bauteilkante ausrichten und wird festgetupft.



Jetzt bereiten wir das 93er Kohlefasergewebe für obere Leitwerkshälfte vor. Dazu legen wir das Kohlegewebe auf eine Hälfte der vorbereiteten Plastikfolie und tupfen Gemisch durch das Gewebe. Nicht die Fasern verschieben!



Wir benutzen die Plastikfolie um das Kohlegewebe heil in die Form zu bekommen.
Die andere Hälfte Folie oben drauf, Schablone auflegen.



Randscharf ausschneiden!



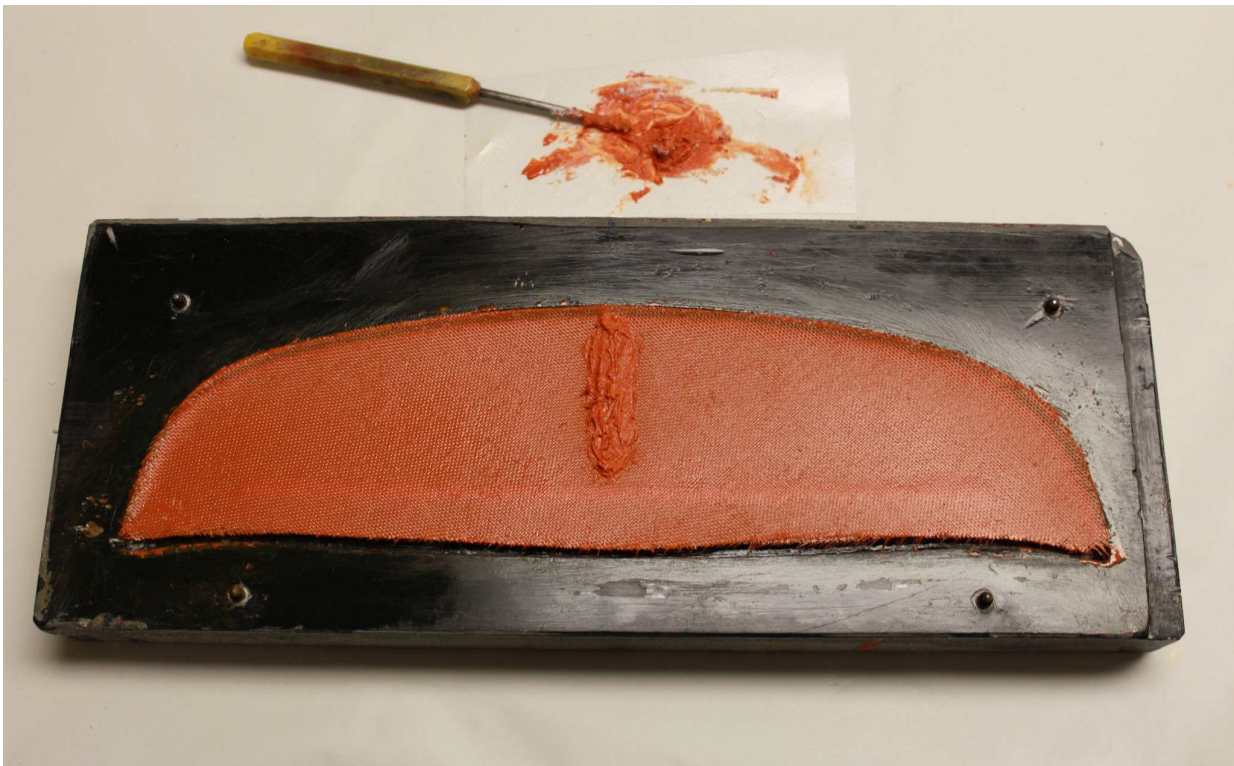
Folie von der Unterseite vorsichtig ablösen und zusammen mit dem oben liegenden Plastik einpassen. Danach kann das obere Plastik entfernt werden.



Hat bis hierhin alles geklappt müsste es so aussehen und das Scharnierband wird eingelegt.



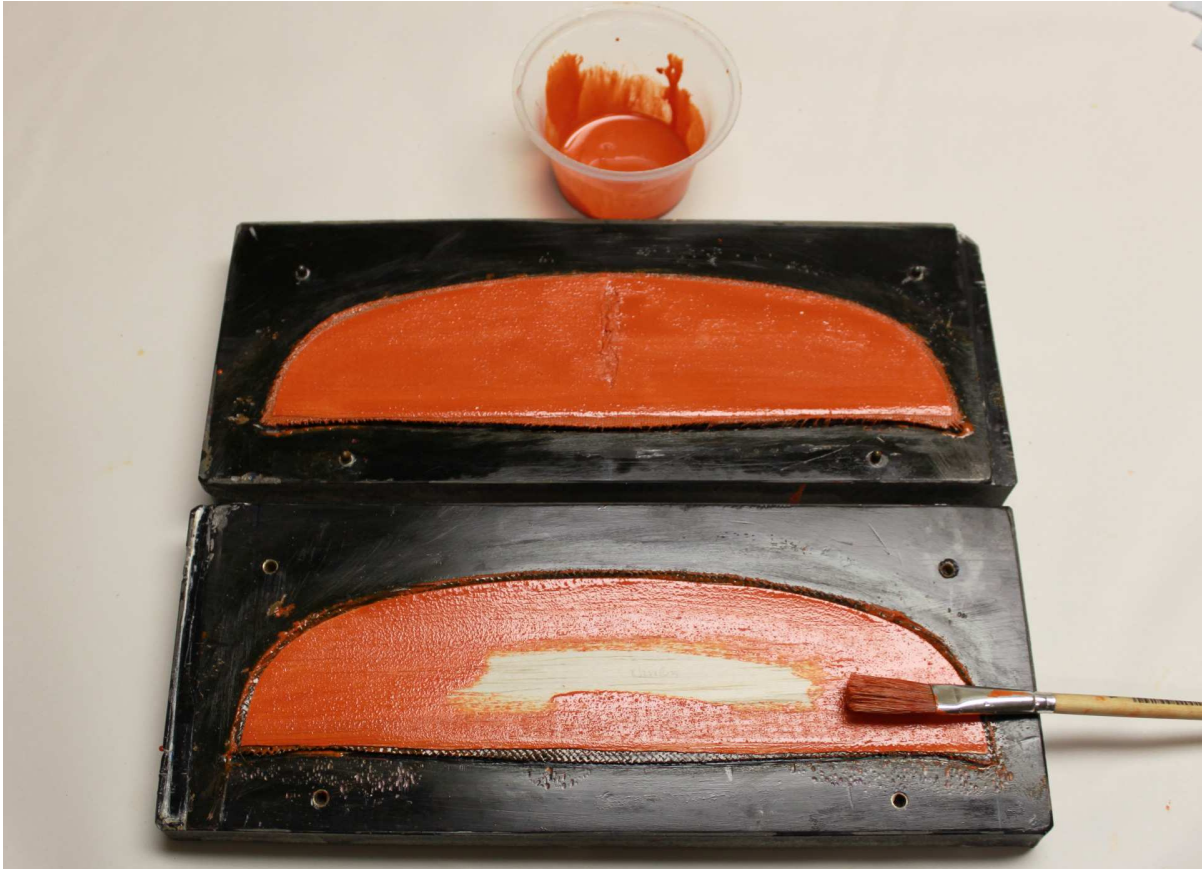
Die Unterseite der Leitwerks hat eine kleine Anformung zur Aufnahme an der Seitenruderflosse. Dort bringen wir noch etwas mit Aerosil angedicktes Gemisch ein. So verhindern wir dort Luftbläschen und bekommen zusätzlich Festigkeit in diesem Bereich.



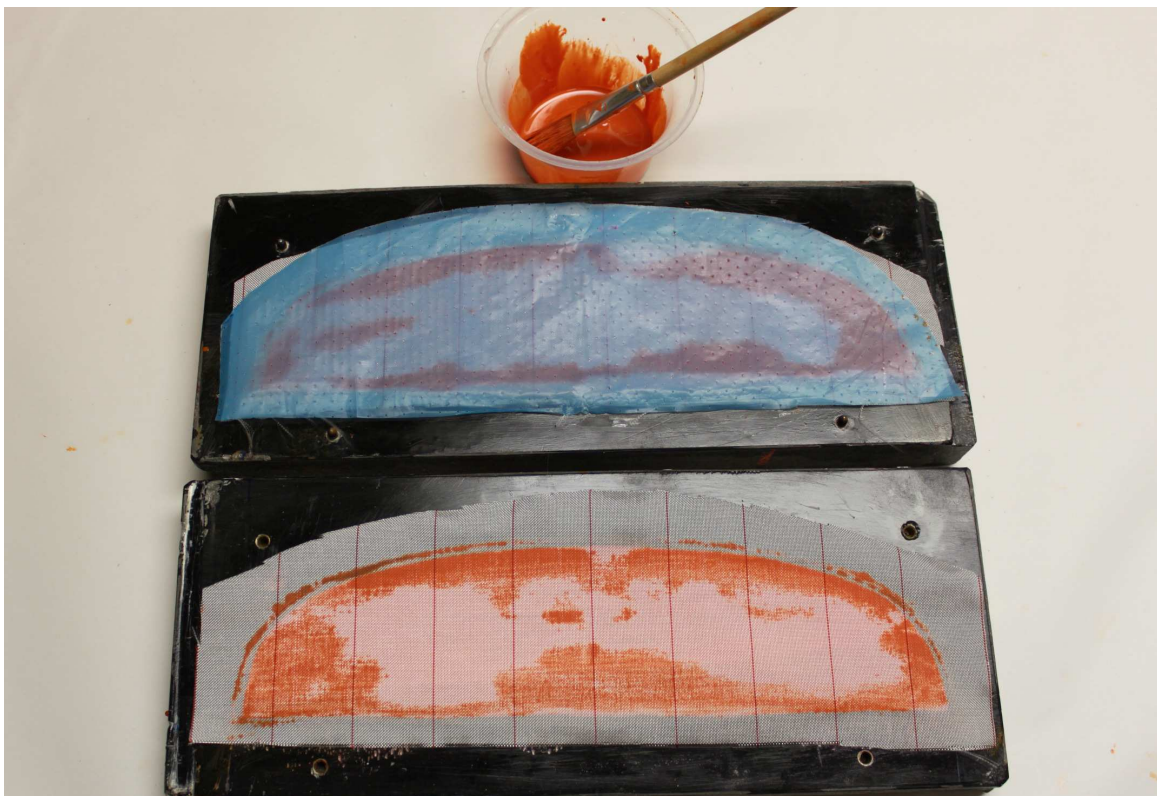
Jetzt widmen wir uns dem Stützstoff, die Balsabrettchen. Beide Brettchen streichen wir auf einem Stück Zeitungspapier mit Gemisch ein. Nur die Seiten die auf das Gewebe in der Form kommen streichen wir vorerst ein.



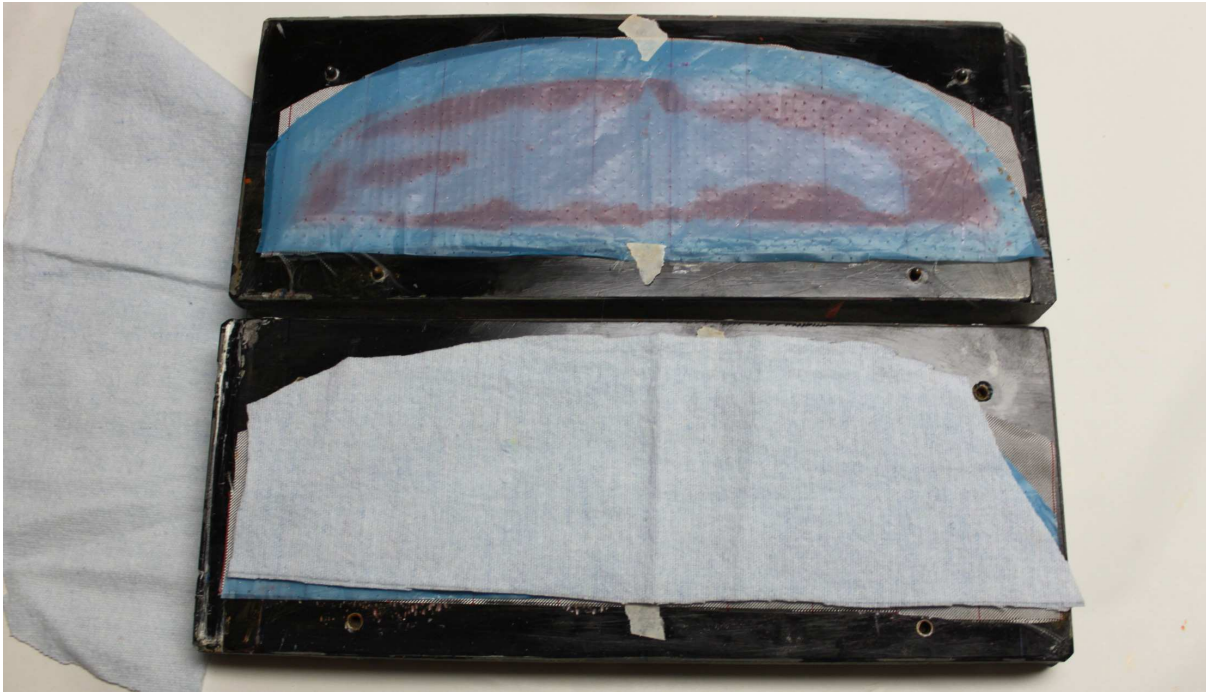
In die Form einpassen und die Innenseiten einstreichen.
Man sieht es ist sogar noch etwas Gemisch über geblieben!



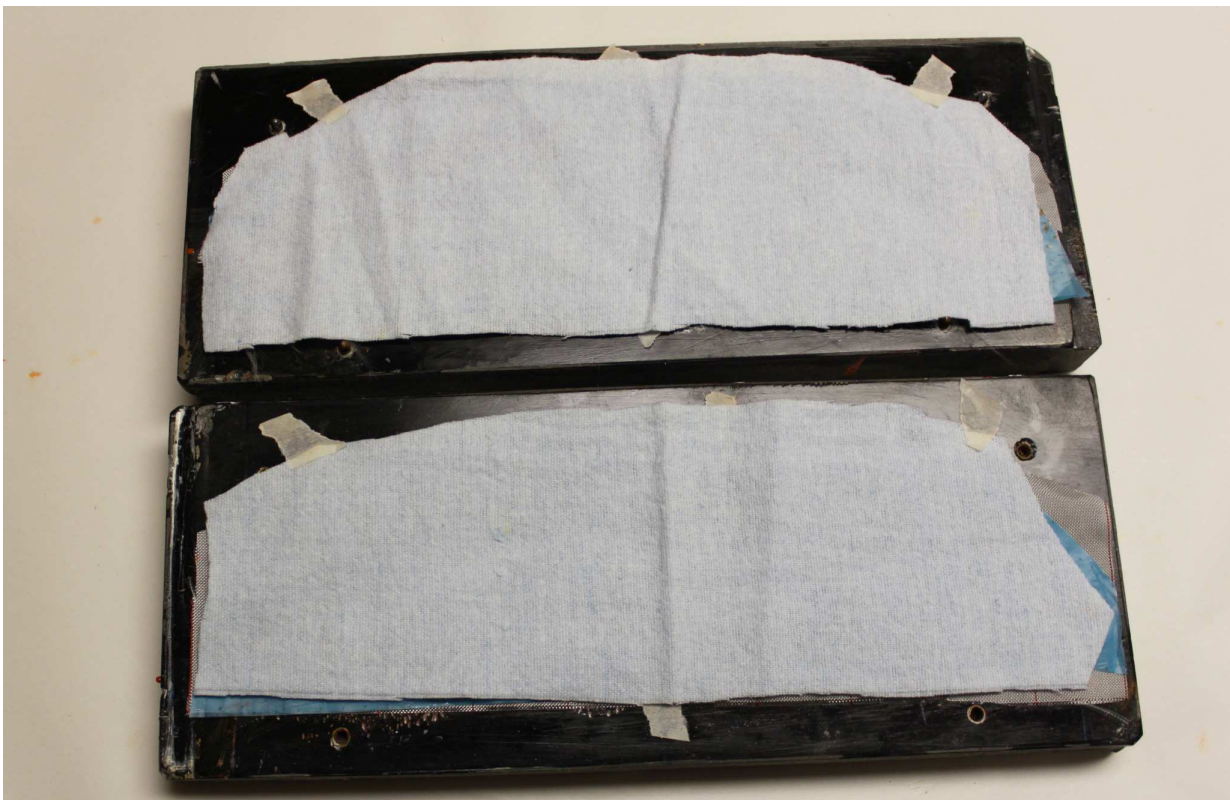
Jetzt kommen der Reihe nach, zuerst das Abreißgewebe auf das Holz.
Darauf die Lochfolie. Das Blaue ist die Lochfolie!



Zum Schluss das Absaugvlies.



Die Form kann in den Vakuumsack.



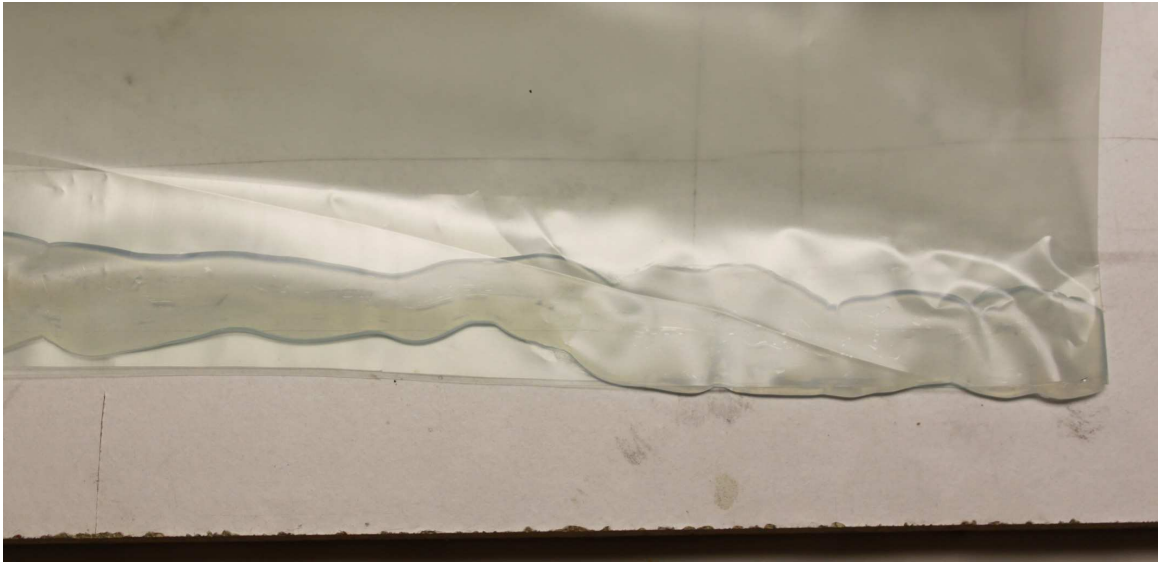
Ich befestige den Vakuumsack auf einer Spanplatte so kann ich die ganze Einheit im Heizungsraum abstellen und blockiert nicht den Arbeitstisch .



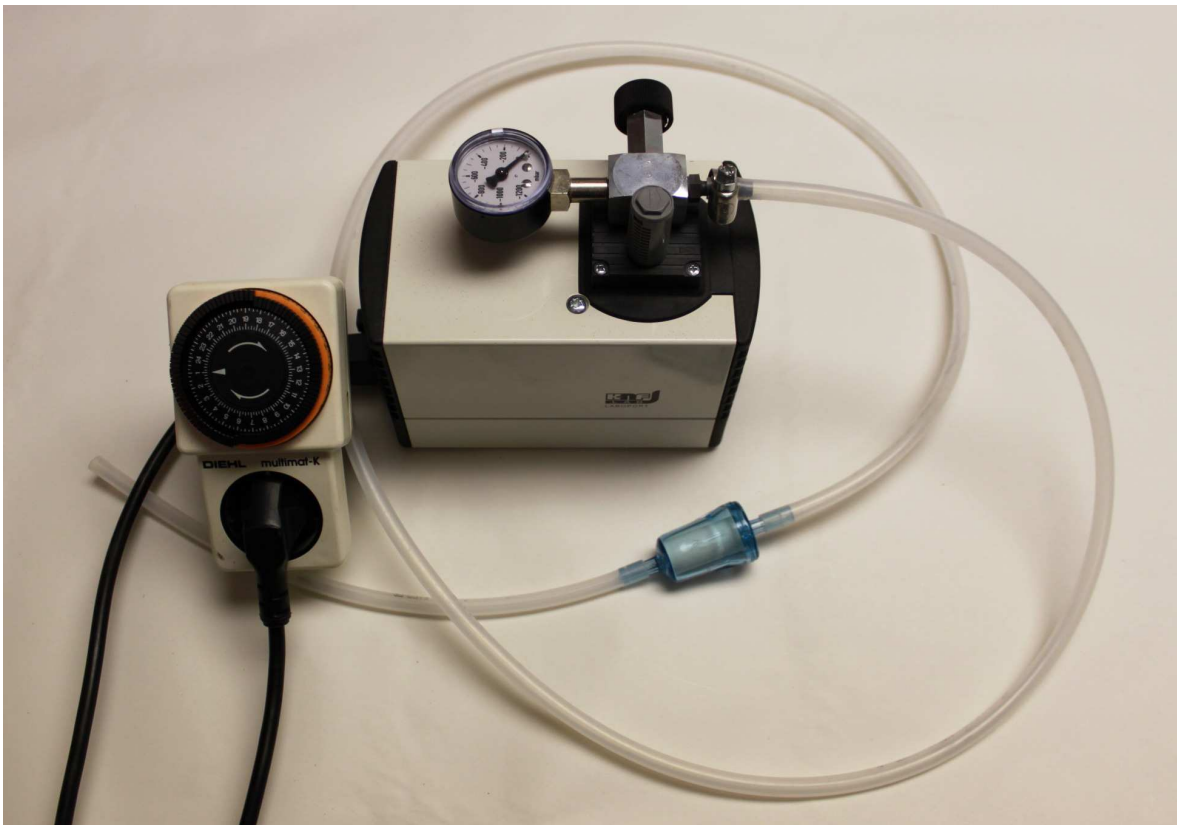
Das Abdichten des Vakuums kann mit Vakuumdichtband von R&G, oder mit Silikon aus einer Kartusche gemacht werden.



Wichtig ist dabei, eine absolute Dichtigkeit muss erreicht werden. Der Streifen mit dem Silikon oder dem Vakuumklebeband wird später einfach abgeschnitten. So ist der Plastiksack mehrfach verwendbar.



Pumpe anschließen, Zeitschaltuhr auf 12 Stunden einstellen



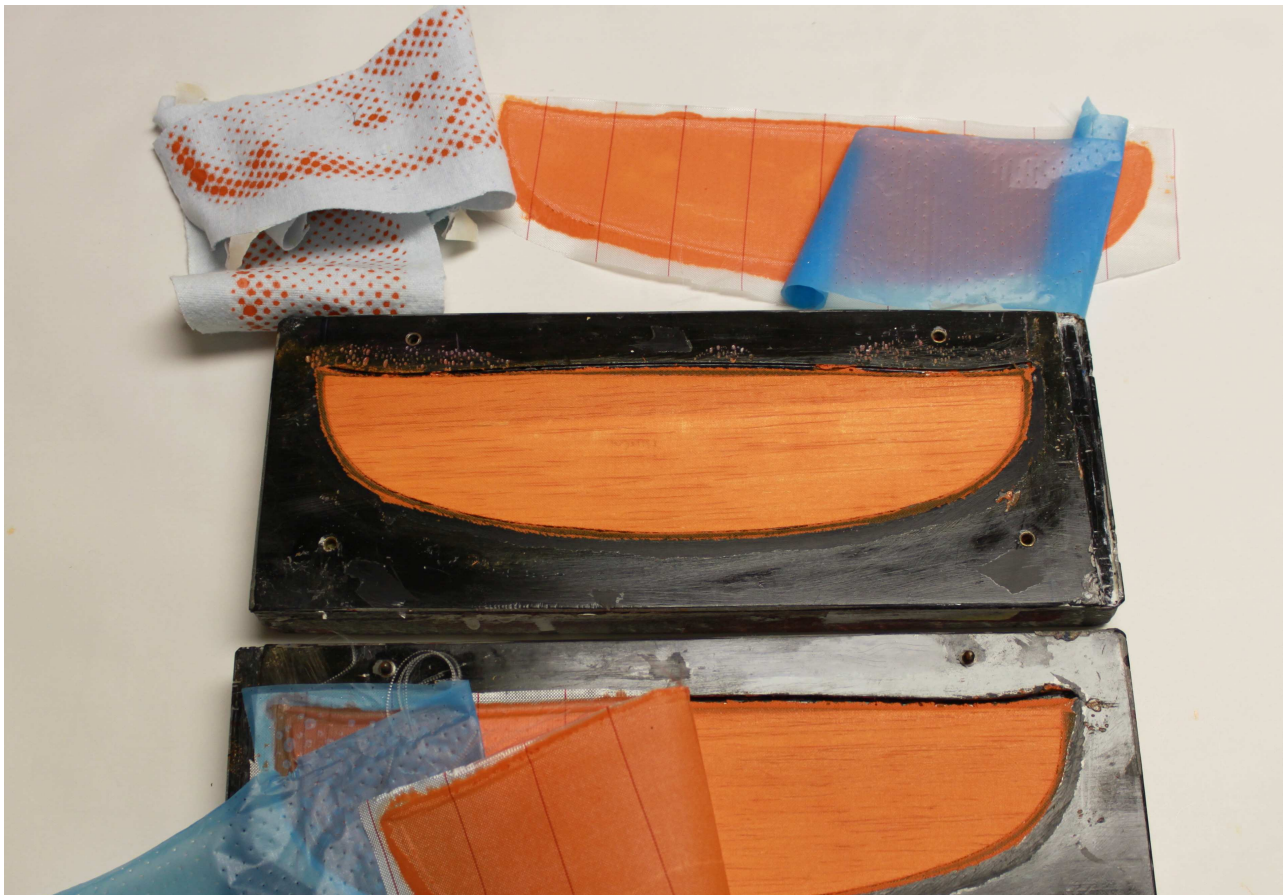
und nuckeln lassen.



Das „Absaugvlies“ wirkt.



Der Tag danach. Ablösen von Absaugvlies, vorsichtiges entfernen der Lochfolie die man Wiederverwenden kann. Das Abreißgewebe im spitzen Winkel vorsichtig abziehen.



Das Zusammenfügen der Hälften mit Holmeinbau

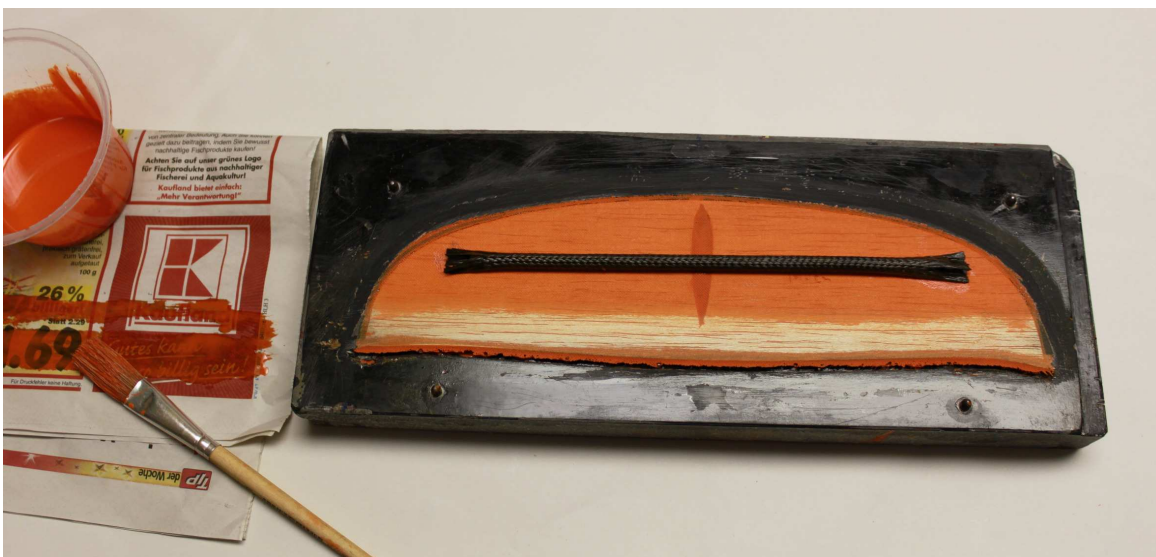
Dazu Schleifen wir mit einem kleinen Schleifklotz an der Endleiste das Balsa dünn. Wenn man jetzt die Formteile zusammen legt, darf nichts mehr auftragen.



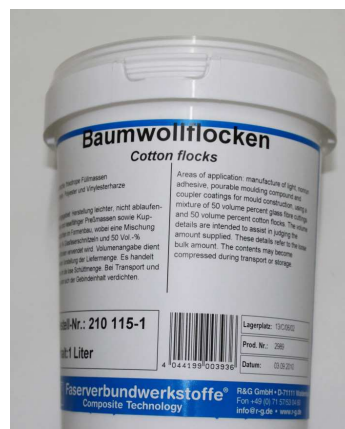
Ein Strohhalm aus Plastik und ein Kohlefaser-Gewebeslauch benutzen wir für den Holm. Dazu streifen wir den Schlauch über den Strohhalm und passen beides an die Form an.



Etwa 5 Gramm Harzgemisch werden für die Verklebung beider Hälften benötigt. Den Holm streichen wir auf einer Zeitung mit Gemisch ein und legen ihn in Position .



Das restliche Harzgemisch dicken wir mit Aerosil und wenig Baumwollflocken zu einer spritzfähigen Paste an. Die Konsistenz etwa wie Zahnpasta.



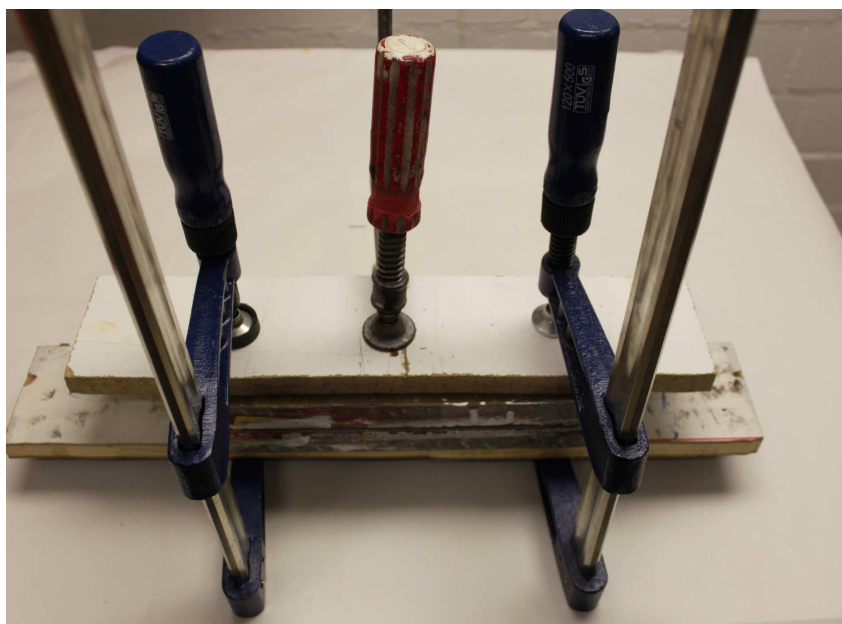
Die Paste füllen wir in eine Spritze



Sparsam an den Kanten verteilen. Die größte Menge bleibt als überschüssiges Material außen am Bauteil haften. Da habe ich hier eigentlich reichlich genommen.



Form zusammensetzen und über Nacht pressen.



Öffnen der Form

Geht ohne Gewalt!

Danach das Höhenleitwerk vorsichtig lösen. Besonders dabei aufpassen, das an der Endleiste nichts bricht.



Geschafft!



Überstehendes Material abschleifen, PVA mit Wasser abwaschen..... fast fertig!
Schön geworden! ODER?

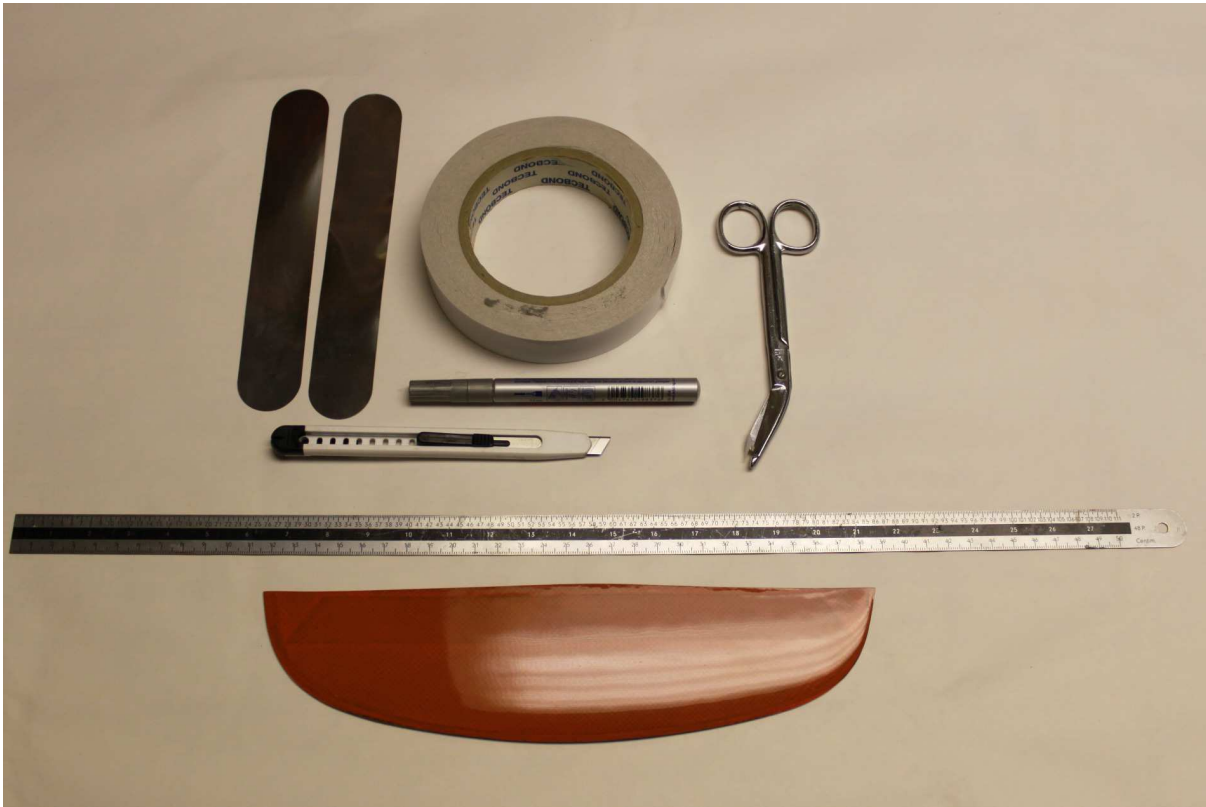


Nun folgt zum Abschluss noch eine der diffizilsten Arbeiten. Das lösen des Flaps.
Es braucht einige Übung, bis man den „Bogen“ raus hat, ohne unnötige Kratzer auf dem Leitwerk zu hinterlassen.

Auf dem nächsten Foto ist einiges Werkzeug abgebildet. Dazu sind noch einige kleine Feilen nötig um das Balsaholz (den Stützstoff) keilförmig aus dem Schlitz an der Unterseite des Höhenleitwerks heraus zu schleifen.

Ich habe mir auch schon eine Schablone gemacht und einen ca. 2 mm breiten Streifen Holz im Bereich des Schlitzes, vorher an den noch offenen Formenhälften herausgeschnitten. Das beschreibe ich später mal bei der Tragflächenherstellung genauer.

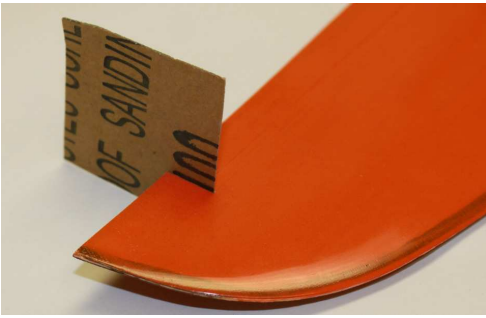
Hier haben wir eine Dicke von ca. 2 mm da geht das mit einiger Übung auch so.



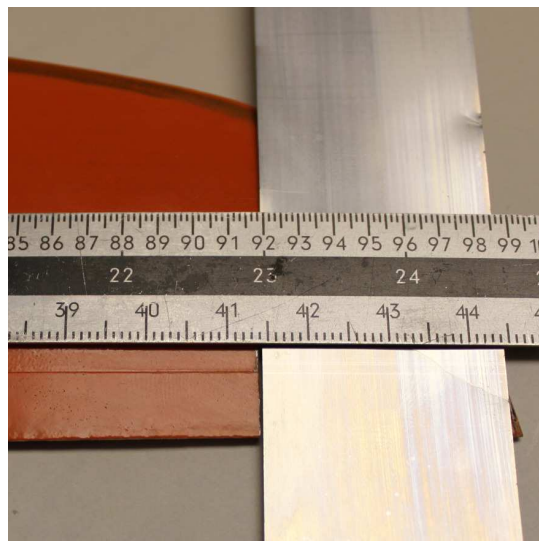
Zuerst müssen die beiden Schnitte unten am Leitwerk angezeichnet und mit einer feinen Säge (Laubsäge mit Metallsägeblatt) ausgeführt werden. Langsam und grade sägen!



Der Schlitz ist nur 0,5 mm breit und kann mit 400er Schleifpapier nachgearbeitet werden.



Entlang der Sägeschnitte kleben wir mit doppelseitigem Klebeband rechts und links ein dünnes Stahlblech auf das Leitwerk. Das Leitwerk wird so bei eventuellen abrutschen geschützt. Darüber, entlang der Markierung am Höhenleitwerk, kleben wir ein Stahllinealfest.

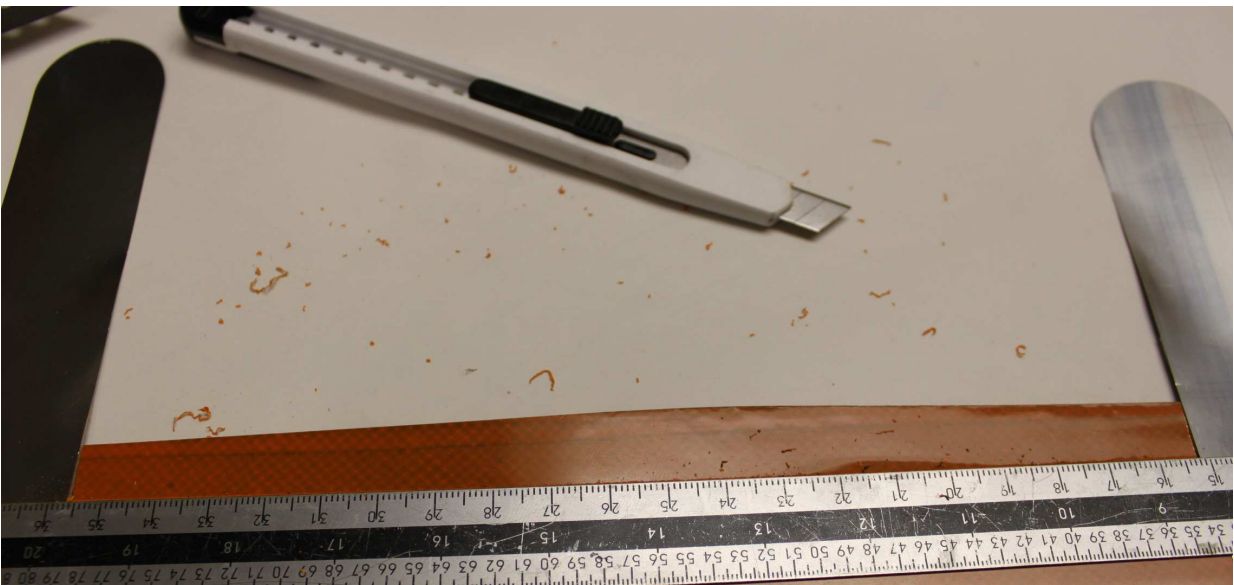


Es reichen zwei kleine Stücke Klebeband und es verrutscht nicht.

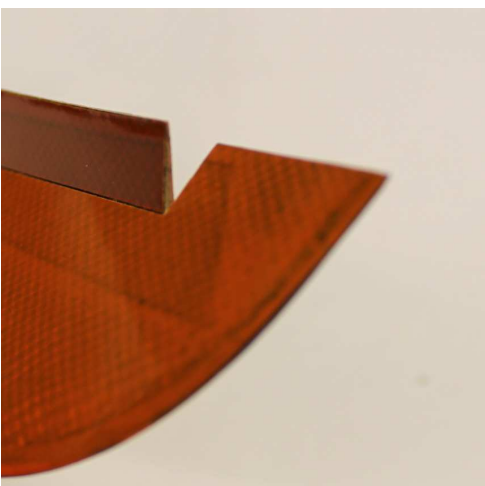
Mit der Rückseite eines Cuttermessers schaben wir entlang des Lineals das Harz und Gewebe bis zum Holz durch.



Lineal und Stahlbänder abnehmen und auf die Oberseite aufkleben. Die richtige Position geben die eingesägten Schlitzte.



Hier darf nur bis zum Ende der Kohlefaserschicht geschabt werden. Das darunter liegende Abreißgewebe dient als Scharnierband und darf nicht beschädigt werden. Ich bin da immer sehr vorsichtig und lasse von dem Kohlegewebe etwas stehen. Wenn man das Ruder beweglich macht knackt das hörbar weg. Der Schlitz unten wird mit kleinen Feilen ausgearbeitet, bis man genug Bewegungsradius am Ruder hat. Nach oben ca. 8, nach unten 4 mm.



Fertig.



Einige Farbspiele

