

GIOTTO

„Giotto“ - „Giottolino“ und „Giottolissimo“
eine selbst entwickelte Modellflugzeugfamilie.



Version April 2012



Der erste Start des „Giotto“ im First-Gebiet im August 1994 (CH-Grindelwald).

Vorgängige Überlegungen:

- Nur eine Eigenkonstruktion bietet die gewünschte Konstruktionsfreiheit und die Möglichkeit, verschiedene Spannweiten, Flächengeometrien, Wölbklappen, Motorisierungen etc. anzuwenden, ohne einen Stilbruch zu irgend einem Vorbild zu begehen.
- Nur der Eigenbau bietet die Möglichkeit, vom Serienallerlei unabhängig, neue Detaillösungen anzuwenden, stete Modellpflege zu betreiben und Neues zu probieren.

Beim „Giotto“, dem ersten Modell, entspricht die Modellgrösse einem 15m Standardsegler im Massstab 1:3,5, was eine Spannweite von 428 cm ergibt. Bei einem 18m-Flieger wären das z.B. 515 cm u.s.w.

Beim neu dazu gekommenen „Giottolino“ ist es ein Massstab von 1:4 was bei einem 15m-Flieger eben 375cm ausmacht und um beim gleichen Beispiel zu bleiben, bei einem 18m-Flieger 415cm.

Der „Giottolino“ ist halt etwas kleiner und handlicher und das kann in gewissen Fällen von Vorteil sein. Ein gewisses „Grosssegler-Feeling“ bleibt aber bei dieser Grösse doch noch vorhanden.

Das neueste Kind ist der „Giottolissimo“ mit einem Massstab von 1:4,5. Das ergibt nur noch eine Spannweite bei einem 15m Vorbild von 333cm. Dieser kleine ist eher als «Hangfräse» gedacht.

Der Name „Giotto“ wurde einem italienischen Physiker entlehnt. (Dass es neuerdings auch Schokolade mit diesem Namen gibt hat mit dem Modell nichts zu tun. Meinen Giotto gibt es bereits wesentlich länger.)

Konstruktionsziele:

- Möglichst widerstandsarm, jedoch mit der Optik eines grossen Vorbildes.
- Gute Zugänglichkeit zu den Einbauten und zur Flächenbefestigung.
- Einfache und für CFK-Stäbe optimierte Flächenbefestigung.
- Durchdachter Einbau der Empfangsanlage ohne Kabelsalat und gleichzeitiger Verstärkung des Rumpfbotes.
- Geringes Gewicht und geringe Landegeschwindigkeit für sicheres Landen auch in unwegsamem Gelände.
- Stabiles und gutmütiges Flugverhalten für grossräumiges und vorbildähnliches Fliegen.
- Gewicht und Grösse optimiert für problemlosen Start auch ohne Helfer.
- Möglichst hohe Betriebssicherheit und geringste Störanfälligkeit aller Komponenten.
- Rasches und problemloses Auf- und Abrüsten.

Diese Überlegungen und Konstruktionsziele kann natürlich jeder an seine eigenen Wünsche und Vorlieben anpassen. Wichtig ist aber, dass solche Überlegungen vorgängig gemacht werden. Einer für alles, also die beliebte eierlegende Wollmilchsau gibt es halt eben nicht!

„Giotto“, „Giottolino“ und „Giottolissimo“:

Diese Broschüre ist keine detaillierte Bauanleitung. Sie beinhaltet lediglich die Auflistung meiner Gedanken und Überlegungen bei der Konstruktion, so wie Konstruktionsdetails und Lösungsvorschläge, welche auch für andere Modelle anwendbar sind. Sie beinhaltet aber auch viele Lösungsvorschläge die nicht auf meinem Mist gewachsen sind, sondern von Kollegen stammen. Ich denke, „abgucken“ ist immer erlaubt!

Natürlich ist der Aufwand für eine Eigenentwicklung recht gross. Das ist aber nicht Arbeit, sondern eben Modellbau und da darf die Zeit keine Rolle spielen. Mann ist ja Modellbauer weil man eine Freizeitbeschäftigung sucht.

Dafür liegt am Schluss ein Fluggerät vor, das bei etwas Glück viele Jahre klaglos seinen Dienst tut und den Erbauer unheimlich stolz macht. Zugegeben, das dürften die ARF- und Schaumwaffelflieger etwas anders sehen, aber für die ist dieser Artikel auch nicht gedacht.

Die Entwicklungsarbeit und der Formenbau sind übrigens einmalig, aber auch einmalig interessant. Dafür können nun alle weiteren Flieger schneller und vorallem besser gebaut werden als aus einem Bausatz.

Dass dabei immer dasselbe Modell entsteht, soll nicht stören. Die modernen Segler sehen sich sowieso alle ähnlich. Dafür entsteht ein eigenes Modell, das über Jahre eine stete Modellpflege ermöglicht.

Unter **Modellpflege** verstehe ich folgendes:

Bei jedem neuen Flieger (auch bei Baukastenmodellen) treten Kinderkrankheiten auf. Z.T. bereits im Baukasten eingebaut, meistens aber durch den Erbauer verursacht.

Sie kennen sicher den Spruch,

„**Beim nächsten mal würde ich**“

Genau das ist Modellpflege.

Das „einzigartig ideale Modell“, also eine „eierlegende Wollmilchsau“ ist die Giotto-Familie aber auch nicht, das gibt es nämlich auch nicht, obschon uns das in der Werbung immer wieder versprochen wird.

Man muss vor dem konstruieren also schon überlegen, was für ein Modell, für welchen Zweck, man bauen will.

Gerade diese Planungsphase ist aber sehr interessant. Mit den heutigen Mitteln, mit dem PC und Internet, mit Program-

men wie Profili, Vortex u.s.w. kann man das Modellbauhobby auch kreativ auf dem Computer betreiben, ohne auf die Simulator-Spielfliegerei ausweichen zu müssen.

Konsequente Modellpflege trägt Früchte.

Es ist erstaunlich, wie auf wundersame Weise alle die „Störungen“ und „Aussetzer“ und die vielen anderen komischen Erscheinungen die uns sonst plagen und oft der Steuerung zugeschrieben werden, verschwinden.

Sie stehen nun einfach da und fliegen. Das Werkzeug können sie Zuhause lassen!

Was macht aber derjenige, der kein eigenes Modell entwickeln kann oder will, sondern auf Angebote aus dem Handel angewiesen ist?

Nun, je nach „Vorfertigungsgrad“ muss halt selber entschieden werden, inwieweit sich Abänderungen lohnen oder überhaupt noch machbar sind. Wer jedoch nur einen Rumpf kauft, was am Anfang durchaus zu empfehlen ist, hat noch genügend Spielraum, um daraus ein „perfektes“ und auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnittenes Modell zu bauen.

Bei den Flächen wird es allerdings schwieriger.

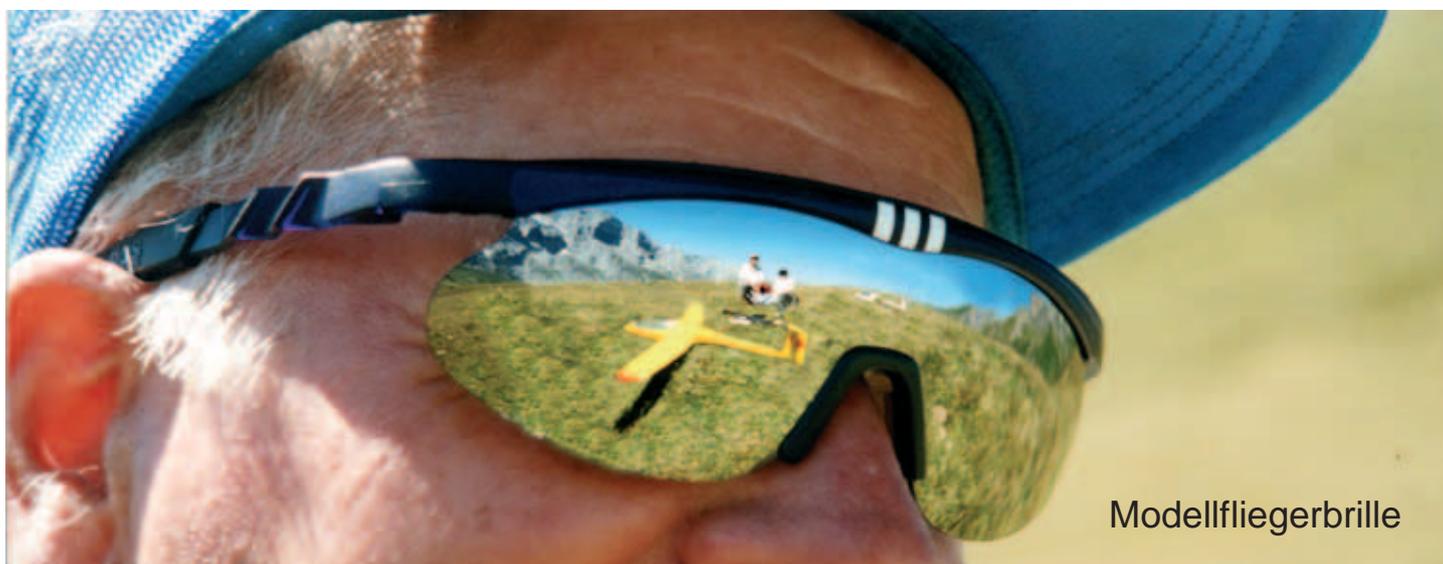
Die meisten Angebote sind bereits von Haus aus derart mit Aussparungen kaputtgefräst und mit fragwürdigen Einbauten versehen, dass sich ein Selbstbau immer lohnt.

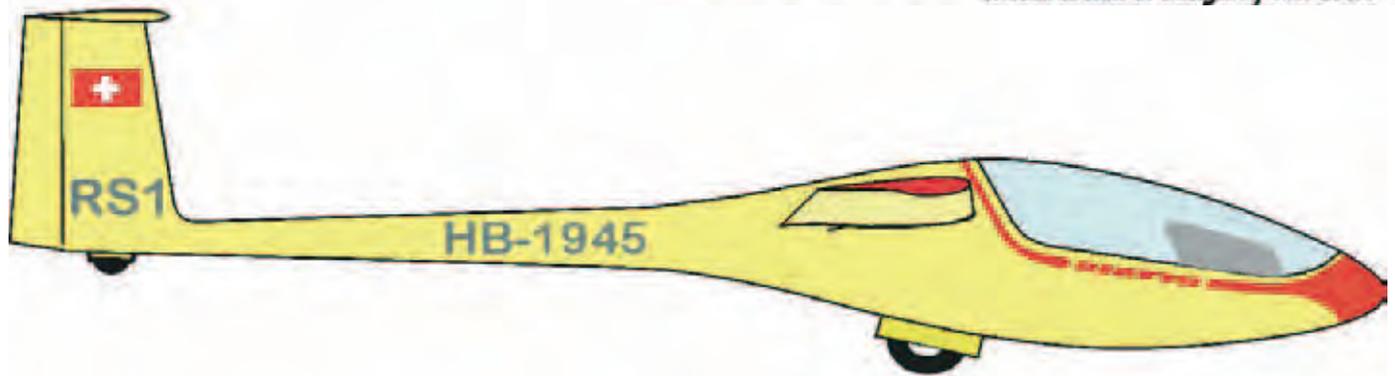
Wenig Verständnis ist für Modellkäufer vorhanden, die nur Fertigflieger kaufen, pro Saison gerade ein paar, jeder genau gleich „vermurkst“ wie der Vorgänger selig, mit der Ausrede, sie hätten für einen Selbstbau keine Zeit.

Das sind meist diejenigen, die Ihre Modellflugzeit kniend verbringen und dauernd irgend etwas biegen und kleben. Auf die Frage, „gibt es ein Problem?“, kommt die Antwort, „nein, nein, ich muss nur noch rasch ..!“

Einen deutlichen Bildungsvorsprung haben diese Leute allerdings; sie kennen alle in- und ausländischen TV-Programme auswendig und das kann ja zugegebenermassen auch interessant sein.

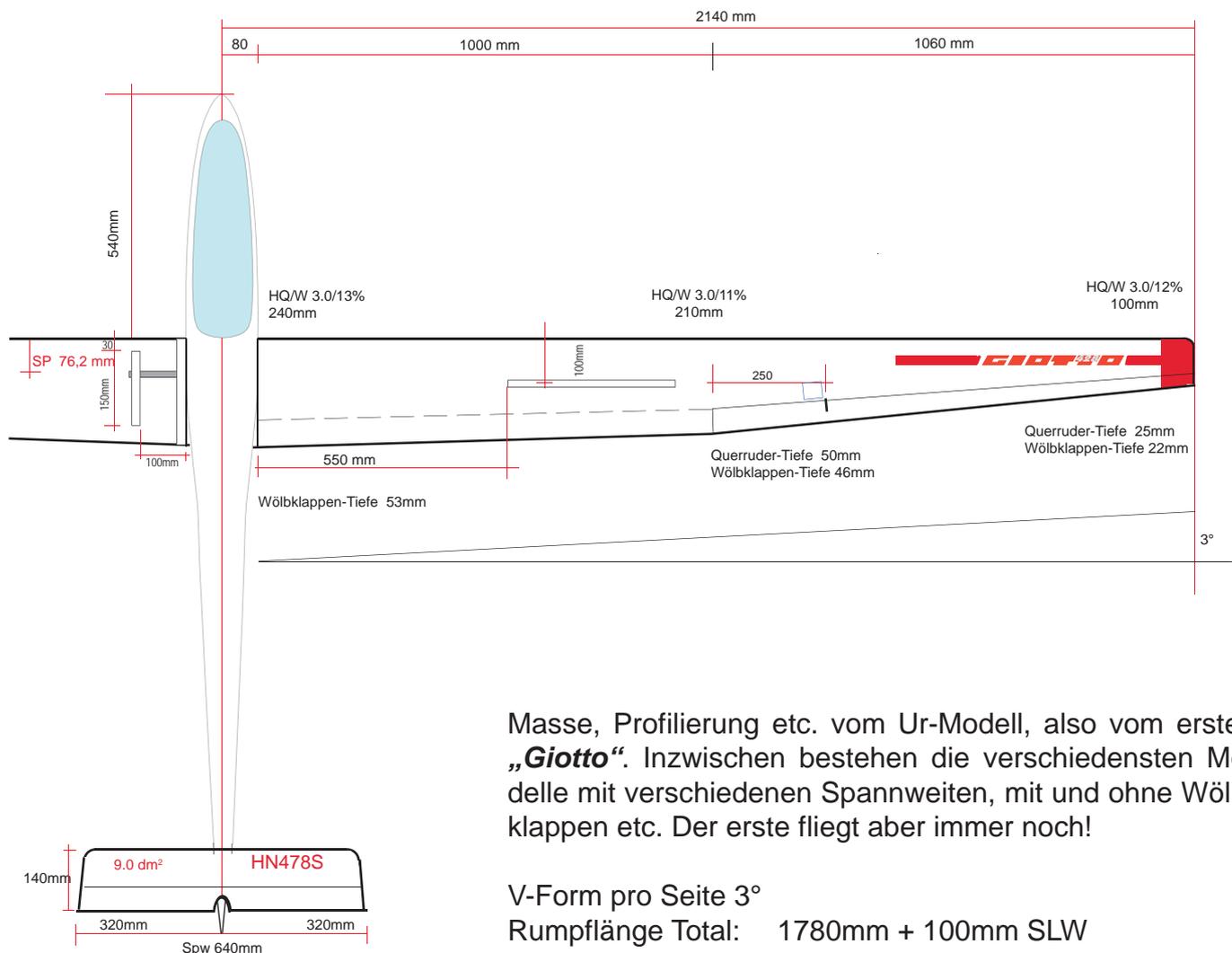
Jedes Tierchen hat halt sein Pläsierchen und dagegen ist ja auch nichts einzuwenden.





Aufsicht / Tragflächengeometrie „Giotto 428“ 1:3,5 Standardfläche
(die erste gebaute Standardfläche)

Zeichnung 1 : 15 zum Modell

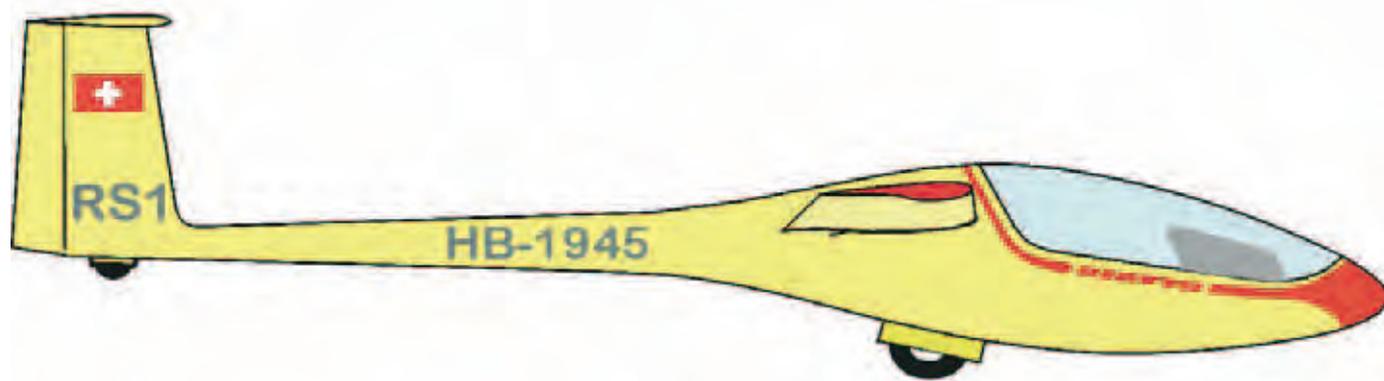


Masse, Profilierung etc. vom Ur-Modell, also vom ersten „Giotto“. Inzwischen bestehen die verschiedensten Modelle mit verschiedenen Spannweiten, mit und ohne Wölbklappen etc. Der erste fliegt aber immer noch!

V-Form pro Seite 3°

Rumpflänge Total: 1780mm + 100mm SLW

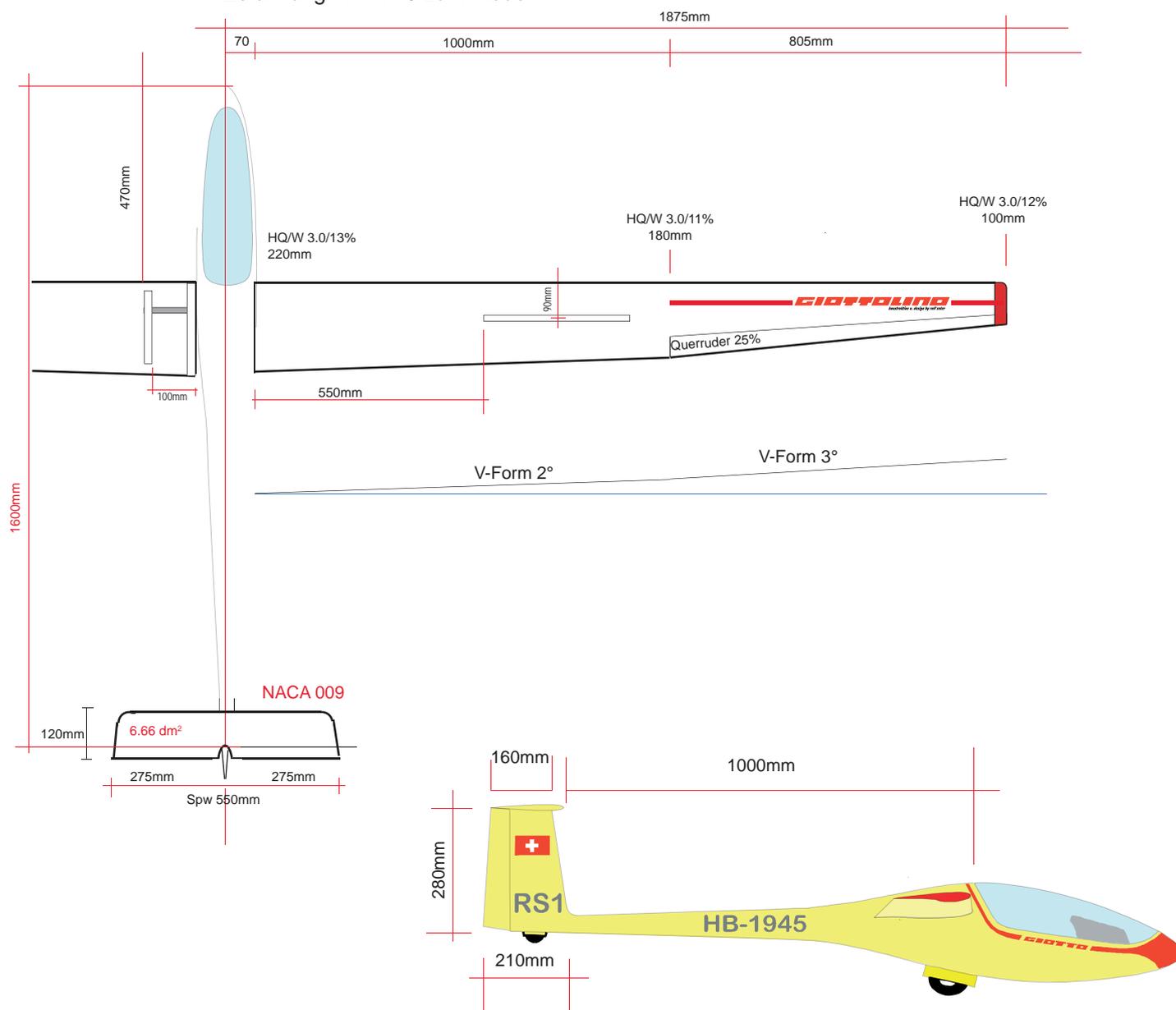
Hebelarm: 1150mm



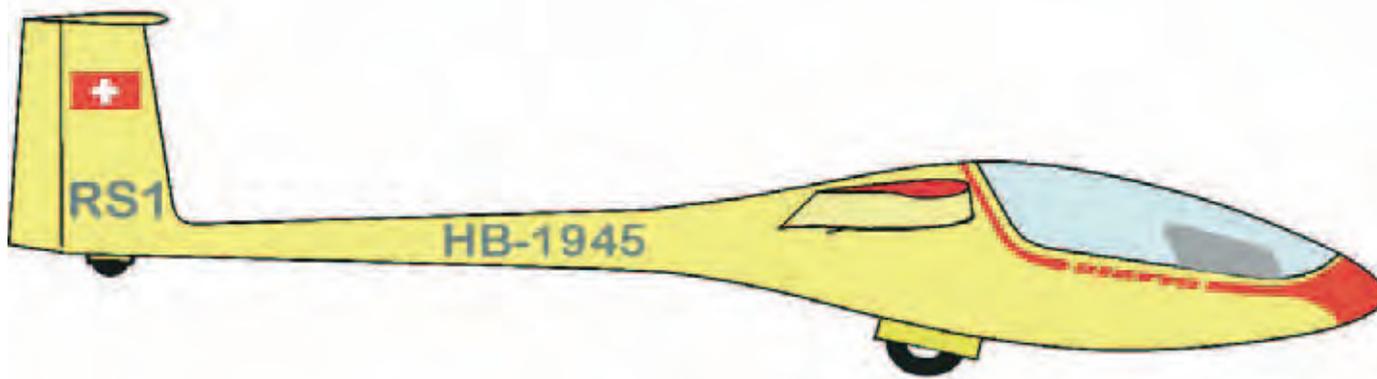
„Giottolino Standard“ 375cm

(x0.875 zu 4.28)

Zeichnung M 1 : 15 zum Modell



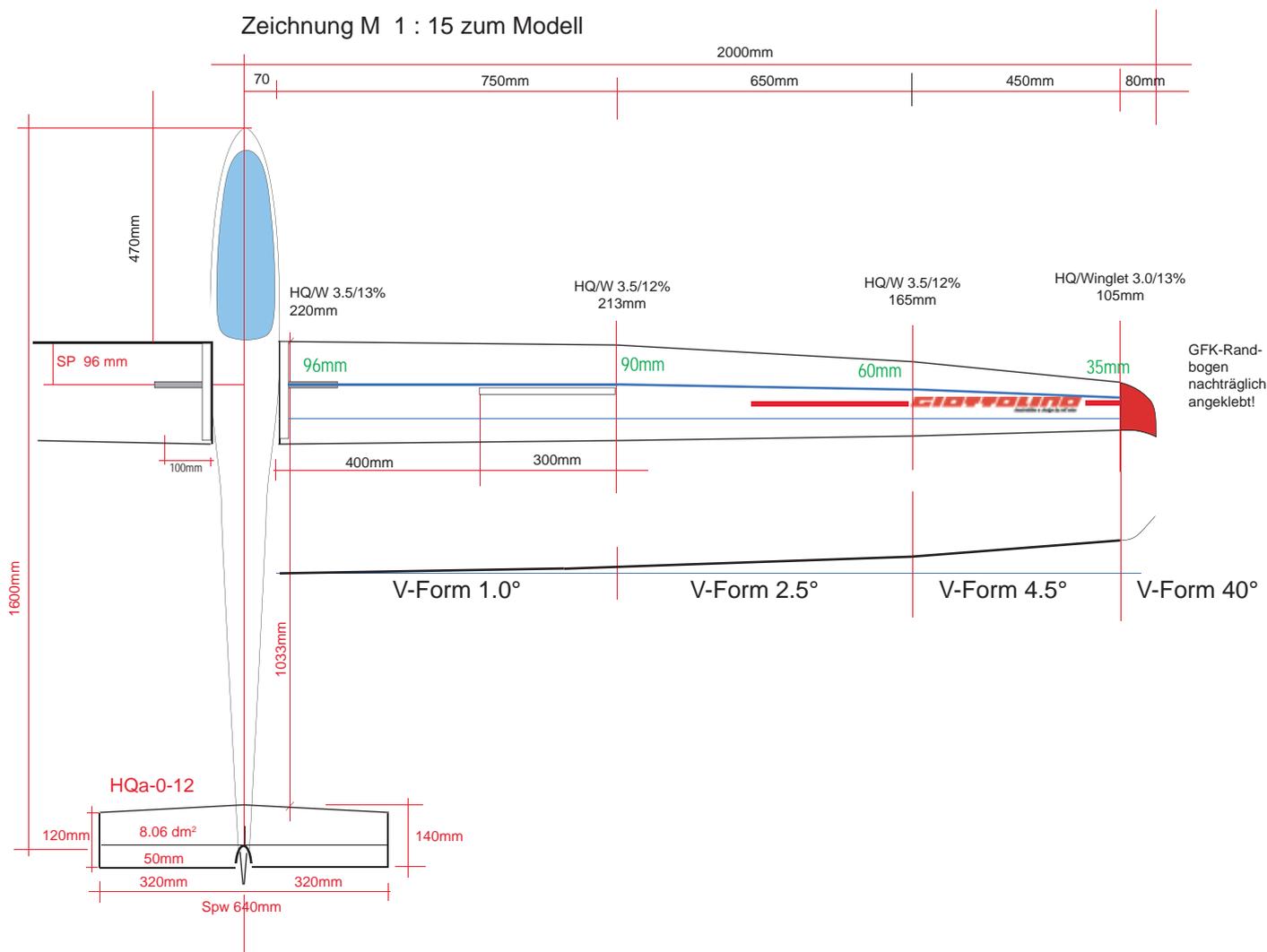
GIOTTOLINO
Konstruktion u. design by rolf suter

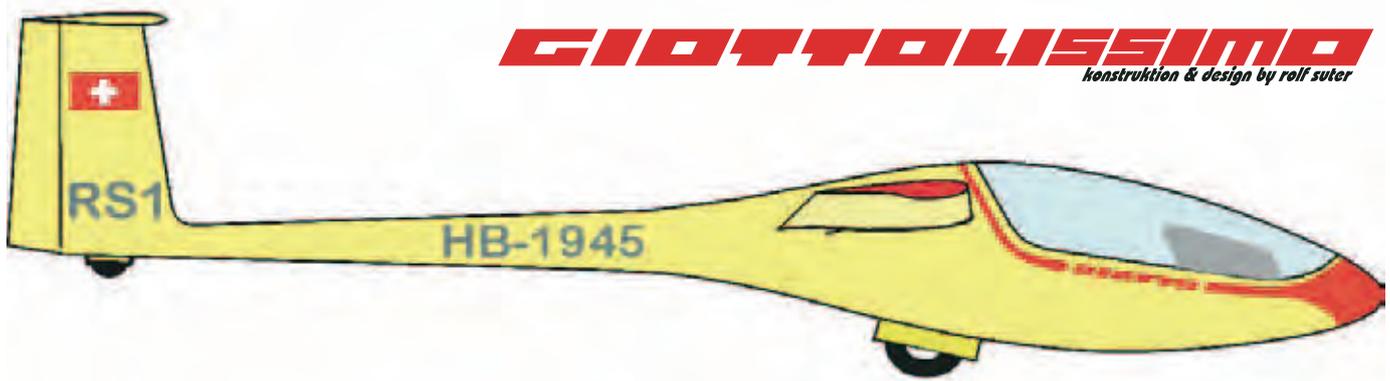


„Giottolino 400Q“

(x0.875 zu 4.28) Zeichnung 1:15 zum Modell

Zeichnung M 1 : 15 zum Modell

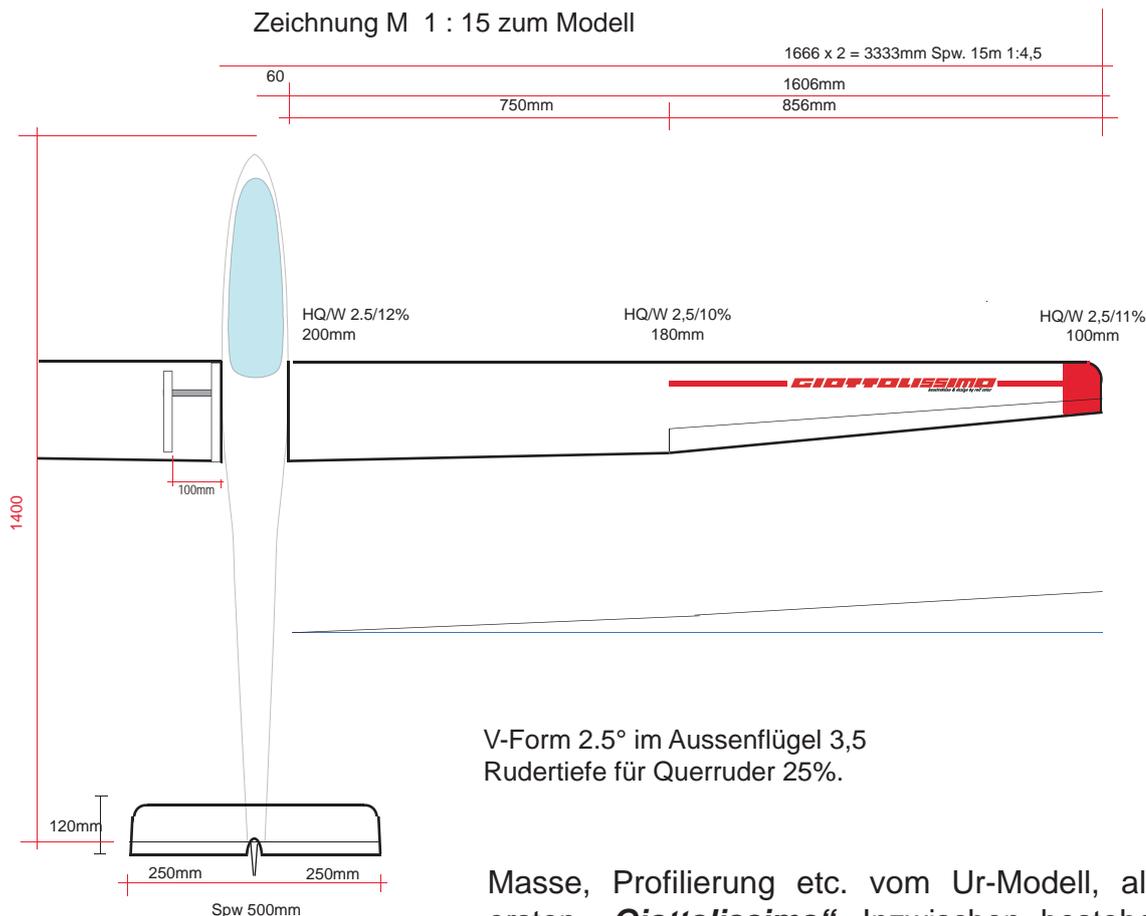




GIOTTOLISSIMO
konstruktion & design by rolf suter

„Giottolissimo 1:4,5 / 15.00m = 3.33m Spw.“

Zeichnung M 1 : 15 zum Modell



Hebelarm: 885mm

Ur-Modell-Form:

Konstruktionshilfe für die Formgebung des Rumpfkopfes (bei manntragenden- und) bei Scale-Modellsegelflugzeugen!

Eigenkonstruktionen haben leider seltenheitswert. Nun, es gibt noch ein paar wenige, die sich auch vor einer kompletten Eigenkonstruktion nicht scheuen, Spass am Bauen haben und die eigene Kreativität schätzen.

Bei solchen Eigenkonstruktionen befriedigt aber die Formgebung der Rumpfköpfe selten. Trotz genauem Messen und übertragen aus Plänen und Dreiseitenansichten „spürt“ man am fertigen Modell immer, dass etwas nicht stimmen kann. Das betrifft übrigens nicht nur die „selbstgestrickten“, sondern auch viele Baukasten-Rümpfe leiden an diesem Übel.

Moderne, manntragende Seglerrümpfe sind eben im Rumpfkopfbereich nicht rund und auch nicht einfach oval, sondern sie sind nach einem Dickenverteilsystem, möglichst eng und widerstandsparend, um den Piloten herum konstruiert.

Das ergibt schlussendlich eine aus Viertel-Ellipsen zusammengesetzte „Ei-Form“, entsprechend der Sitzposition des Piloten.

Am ausgeprägtesten ist diese Ei-Form im Beckenbereich des Piloten zu finden und gegen hinten und vorne nimmt sie ab und geht in eine runde Form über.

Der Grund ist einfach, weil jeder Pilot (und leider auch Pilotinnen) im Beckenbereich am breitesten sind und hier am meisten Platz brauchen.

Wenn man dieses Dickenverteilsystem begriffen hat, kann man Rümpfe bauen wie man will, sie sehen alle vernünftig und durchaus „originalgetreu“ aus und riechen nicht meilenweit nach „handgestrickt“!

Für viele Flugzeuge sind exakte Spantenrisse erhältlich. Bei den modernen Segelfliegern ist dies nicht üblich, da selbst die Flugzeugwerke oft keine besitzen, resp. nur elektronische Daten zum Fräsen der Rumpf-Urform vorhanden sind, und die werden kaum veröffentlicht. Auch ein „Messen am Original“ ist sehr schwierig und kaum brauchbar auf Papier zu übertragen. Das wissen alle, die das schon mal versucht haben.

Eine Dreiseitenansicht muss also genügen und mit diesem Dickenverteilsystem genügt das auch.

Versuchen Sie es einmal, es ist nicht so kompliziert, wie es auf den ersten Blick scheint.

Zuerst wird eine möglichst genaue Seitenansicht und eine Draufsicht, in einem vernünftigen Masstab, gezeichnet oder kopiert.

Auf dieser Seitenansicht wird die Rumpfröhren-Mittellinie **R** gesucht und eingezeichnet.

Nun wird die Mittellinie des Rumpfkopfes **M** gesucht und ebenfalls eingezeichnet.

Normalerweise ist diese Rumpfkopf-Mittellinie um ein paar Winkelgrade nach unten abgeknickt.

Der Grund ist der, dass der Rumpfkopf möglichst widerstandsarm in der Strömung liegen soll. Deshalb hat ein Segler der immer mit kleinsten Anstellwinkeln auf Tempo fliegt

(Akrosegler) einen kleinen, ein Segler der auf Steigen in der Thermik optimiert ist, einen grossen Knick. Bei einem Vorbildgetreuen ist dieser Winkel sowieso aus der Seitenansicht gegeben und bei einer Eigenkonstruktion gehe ich davon aus, dass der Konstrukteur die Zusammenhänge kennt.

Um diese Linien herum werden nun die Spanten konstruiert. Bei der Rumpfröhre ist das einfach, da diese in der Regel kreisrund ist. Hier sollte das Messen der Seiten- und der Draufsicht das gleiche Mass ergeben.

Beim Rumpfkopf ist das etwas komplizierter. Die Seitenansicht ist hier sicher höher als die Draufsicht breit. Das deutet also auf einen elliptischen Querschnitt hin.

Allerdings ist diese Ellipse nicht symmetrisch, sondern eher wie ein Ei, unten breiter als oben.

Die grösste Breite ist eben nicht auf der Mittellinie **M**, sondern weiter unten zu suchen.

Das erklärt sich von selbst, wenn man bedenkt, dass hier ein Pilot hineinpassen muss, der im Beckenbereich mehr Platz braucht als für den Kopf.

Zuerst zeichnen wir also die Sitz- resp. Liegeposition des Piloten in die Seitenansicht. Dann können wir unschwer mit einer Stracklatte (biegsame Kiefernleiste) entlang des Piloten eine plausible Dickenverteillinie einzeichnen.

Auf dieser Dickenverteillinie befindet sich nun die grösste Breite des Rumpfes. Im Bereich des Rumpfknicke und der Rumpfspitze sind diese beiden Linien wieder identisch, in der Mitte wird die Linie, entsprechend der Sitzposition des Piloten, etwas durchhängen.

Das Zeichnen der einzelnen Spanten geschieht nun wie auf dem Beispiel dargestellt. (Skizze 3)

(Der Spantenabstand sollte so gewählt werden, dass er der zu verwendenden Schaumstoff-Plattendicke entspricht).

1. Zuerst messen wir aus der Seitenansicht den Abstand **A** (Oberkante bis Dickenverteillinie).
2. Dann den Abstand **B** aus der Draufsicht.
3. Dann den Abstand **C** aus der Seitenansicht (Unterkante bis Dickenverteillinie).
4. Dann den Abstand **D** (Dickenverteillinie bis Mittellinie).

Wenn die Dickenverteillinie und die Mittellinie identisch sind, dann fällt ein messvorgang weg.

Diese Daten sammeln wir am besten in einem Mess-Protokoll wie auf *Bild 1* dargestellt.

Aus diesen Daten ergeben sich schlussendlich pro Spant vier Punkte, die nun mit Viertel-Ellipsen verbunden werden müssen.

Diese zeichnen wir am einfachsten mit dem PC (Corel-Draw oder ähnlichem Zeichenprogramm) oder mit 2 Stecknadeln und einem dünnen Faden. Selbstverständlich kann bei dieser Gelegenheit auch gleich der Haubenausschnitt herausgemessen und mit eingezeichnet werden.

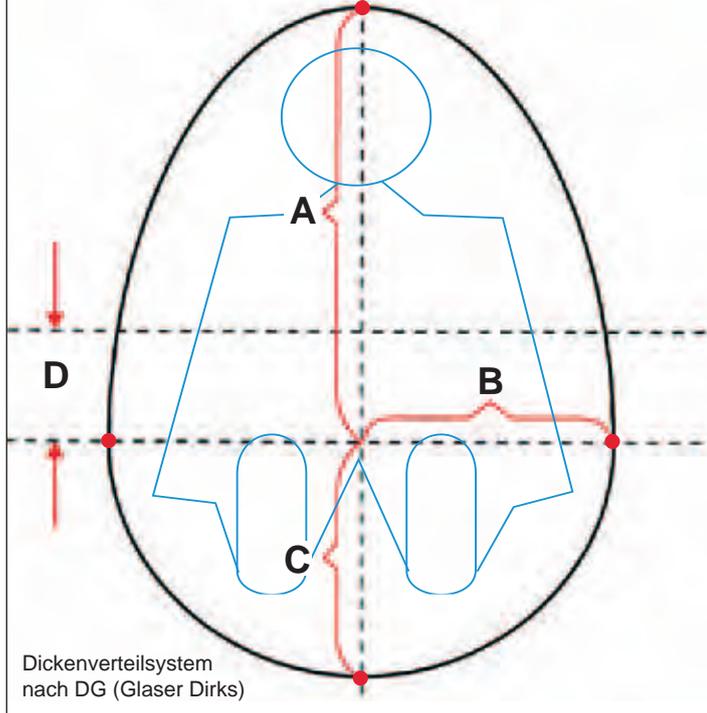
Wie man aus diesen Spantenrisse auf einfachste Art einen brauchbaren Formklotz macht, beschreibe ich später.

Die folgenden Skizzen erklären den Vorgang am Modell „**Giotto**“.

Darstellung des Dickenverteilsystems für die Konstruktion von modernen Segelflugzeugen.

Spantenbezeichnungsbeispiel: (Skizze 1)

Aus der Messreihe von Höhe (aus der Seitenansicht) und Breite (aus der Draufsicht), ergeben sich diese vier Punkte, welche mit Viertel-Ellipsen verbunden werden.



Messprotokoll der Spantenmasse (Bild 1)

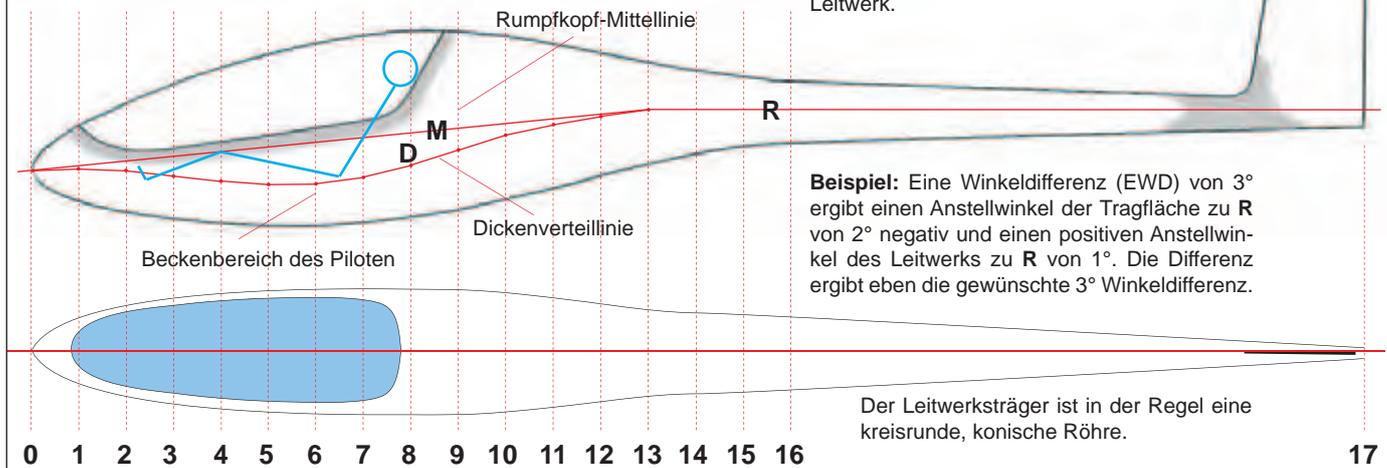
Masse in mm ergeben die Originalspanten für den Giotto M 1:3,5 = 4.28m Spannweite.

Spant Nr.	A	B	C	C
0	0	0	0	0
1	51	40	46	3
2	77	58	62	7
3	102	76	74	24
4	122	76	74	24
5	138	78	77	31
6	148	79	81	34
7	155	80	84	34
8	151	78	90	30
9	141	77	96	22
10	137	73	88	25
11	113	69	93	12
12	97	64	85	9
13	76	62	83	0
14	65	55	68	0
15	55	50	55	0
16	45	45	45	0
17	20	20	20	0

(Skizze 2)

Spantenabstand je nach verwendeter Schaumstoffplattendicke, hier beim Giotto sind es 50mm.

Rumpfröhren-Mittellinie R und Bezugslinie für die verschiedenen Einstellwinkel. Die gewünschte Winkeldifferenz verteilt sich 2/3 positiv bei der Tragfläche und 1/3 negativ beim Leitwerk.

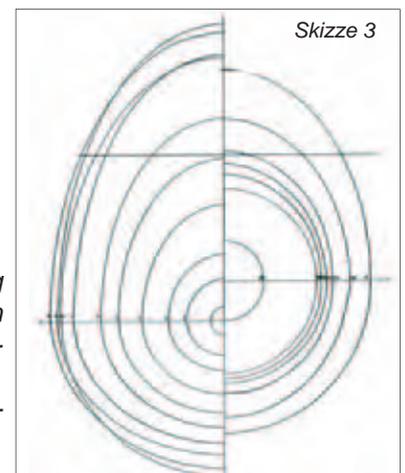


Das Dickenverteilsystem funktioniert ganz einfach:

1. Zuerst messen wir aus der Seitenansicht den Abstand A (Oberkante bis Dickenverteillinie).
2. Dann den Abstand B aus der Draufsicht.
3. Dann den Abstand C aus der Seitenansicht (Unterkante bis Dickenverteillinie).
4. Dann den Abstand D (Dickenverteillinie bis Mittellinie).

Wenn die Dickenverteillinie und die Mittellinie identisch sind, dann fällt ein Messvorgang weg. Diese Daten sammeln wir am besten in einem Mess-Protokoll. Aus diesen Daten ergeben sich Schlussendlich pro Spant vier Punkte, die nun mit Viertel-Ellipsen verbunden werden müssen.

Diese zeichnen wir am einfachsten mit dem PC (Corel-Draw oder ähnlich) und der Spantenriss ist fertig. (Skizze 3)



Sitzposition des Piloten:

Die optimale Eiform für einen manntragenden Segelflieger entsteht wie erwähnt aus viertel Ellipsen, um die Dickenverteilungslinie herum, zusammengesetzt.

Die Dickenverteilungslinie wiederum ergibt sich aus der Sitzposition des Piloten, wobei die grösste Dicke im Beckenbereich liegen muss.

Der Spantenabstand kann frei gewählt werden und muss nicht unbedingt regelmässig sein. Es ist aber von Vorteil, wenn ein Spantenabstand gewählt wird, welcher der Dicke der gewählten Styrofoam-Platte für den Ur-Formenbau entspricht.

An heiklen Stellen kann der Abstand auch halbiert oder sonst kleiner gewählt werden.

Dieses Dickenverteilsystem kann für das Abformen von jedem Flugzeugtyp der modernen Bauart angewendet werden, sobald eine brauchbare 3-Seitenansicht vorhanden ist. Die Baugenauigkeit ist verblüffend, denn die "richtigen" konstruieren gleich oder ähnlich. (Heute natürlich mit dem PC)

Wer sich ernsthaft mit einer Eigenkonstruktion befasst, sollte sich daher ein bewegliches Norm-Männchen aus Plastik besorgen, wie sie in Papeterien und Zeichengeschäften verkauft werden, oder das nebenstehende kopieren.

Bei diesem Plastik-Männchen werden die Niete gelöst, dann die Einzelteile auf dem Fotokopierer auf den richtigen Massstab vergrössert und die Fotokopie mit Sprühkleber auf dünnes Sperrholz geklebt. Nach dem Ausschneiden kann das nun massstabgetreue Sperrholzmännchen mit entsprechenden Niete wiederum beweglich zusammengesetzt werden.

Mit einem solchen beweglichen Sperrholz-Männchen ist es dann ein einfaches, die richtige Sitzposition herauszufinden und die Dickenverteilungslinie einzuzichnen. (Skizze 4)

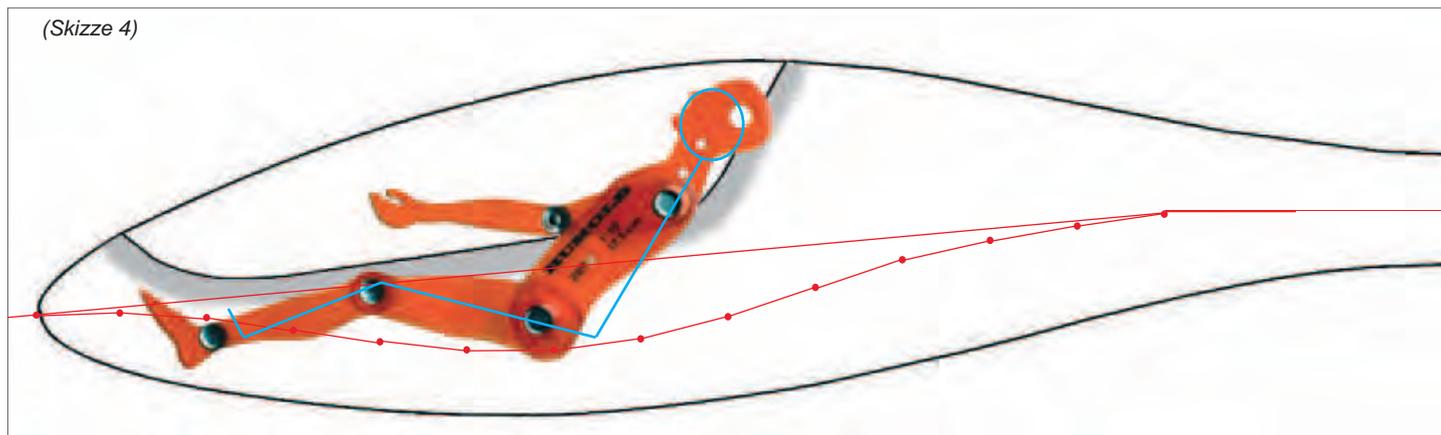
Bewegliches Norm-Männchen
Rumold Art. Nr. 297
Masstab 1:10 = 17,5cm lang



Norm-Mann 175cm gross, kann mit dem Kopierer auf den entsprechenden Massstab vergrössert werden.



(Skizze 4)



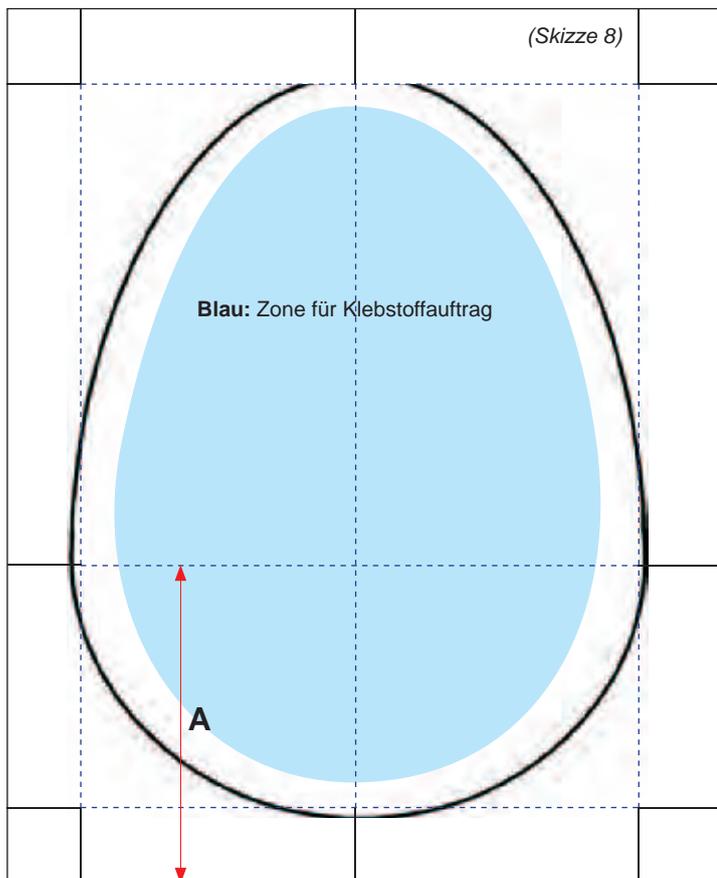
Herstellung eines Ur-Positivmodells aus Styrofoam-Hartschaum:

Im letzten Abschnitt haben wir gesehen, wie man nach dem Dickenverteilsystem, lediglich aufgrund einer 3-Seiten-Ansicht, einen vernünftigen Spantenriss zeichnen kann.

Das ist zwar eine gute Sache, nützt aber alleine nichts. Es braucht auch ein System, um diesen Spantenriss auf einfache Art in das dreidimensionale zu übertragen.

Dazu besorgen wir uns Styrofoam- (das sind die blauen Styroporplatten) oder einen ähnlichen Schaumstoff, in der Dicke des gewählten Spantenabstandes.

Aus diesen Platten schneiden wir exakt rechteckige Stücke, alle gleich breit, mindestens 2 cm breiter als die grösste Rumpfbreite, und alle gleich hoch, mindestens 2 cm höher als die grösste Rumpfhöhe über dem Baubrett (s. Skizze 8).



Alle diese Schaumplatten werden nach unserem Spantenriss nummeriert und mit einer senkrechten Filzstift-Mittellinie versehen. Was nun noch fehlt, ist die waagrechte Linie auf der Höhe der Rumpfkopf-Mittellinie M.

Diese variiert von Spant zu Spant und wird gemessen ab Baubrett.

Auf dieses Filzstift-Kreuz kleben wir nun die auf farbiges Papier (ca. 120gm²) kopierten und mit einer Schere ausgeschnittenen Papier-Spanten (s. Skizze 8). Das exakte Ausrichten auf der Schaumplatte ist dank dem Filzstift-Kreuz kein Problem.

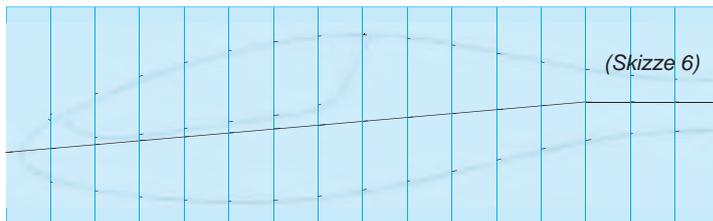
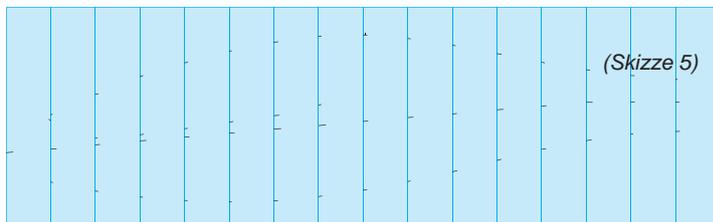
Beachten Sie unbedingt die Zone des Klebstoffauftrages. Dieser darf niemals bis an den Rand geraten. Ringsum muss mindestens 1cm Klebstofffrei bleiben! Wenn Sie dies nicht beachten, bleiben die einzelnen Spanten „lebenslänglich“ auf dem fertigen Rumpf sichtbar!

Wenn alle Papier-Spanten auf die entsprechende Schaum-

platte aufgeklebt sind, wird jeweils die Breite und Höhe exakt rechteckig mit einer kleinen Markierung bis auf die Stirnseite übertragen. (s. Skizze 8)

Gleichzeitig übertragen wir auch den Haubenausschnitt bis auf die Stirnseite der Schaumklötze.

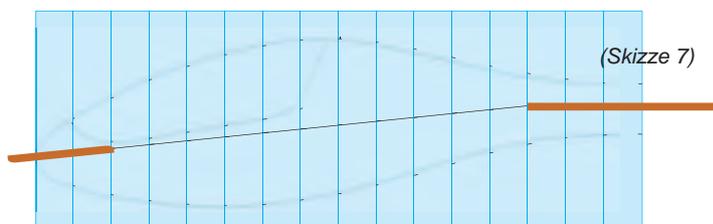
Dank dieser Marken kann nach dem endgültigen rechteckigen Zusammenkleben der Schaumplatten die Rumpfkontur einigermaßen gefunden werden. Das genügt, um die grobe Kontur mit einer Bandsäge auszuschneiden. (s. Skizze 5/6)



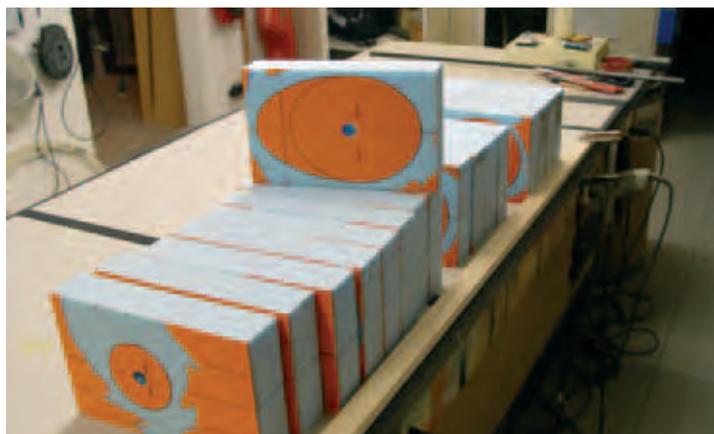
Noch bevor die Schaumplatten endgültig verklebt werden, empfiehlt es sich, in die ersten 3-4 Platten, exakt mittig auf dem Filzstift-Kreuz, ein Loch von ca. 10mm Durchmesser und im entsprechenden Abkippwinkel zu bohren.

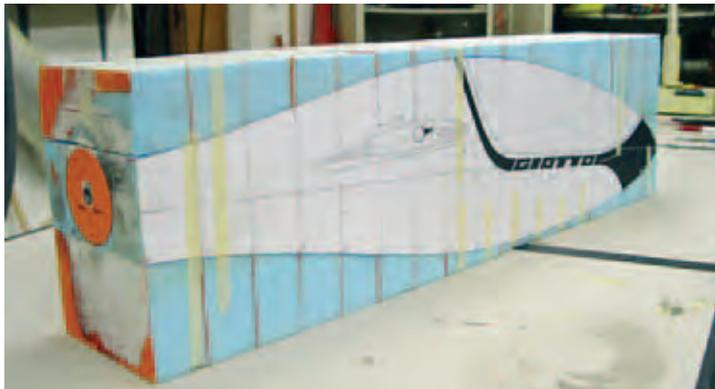
Nach dem Verkleben wird in dieses Loch ein runder Holzdübel eingearzt. Dieser dient später als Lagerung für eine drehbare Aufhängung des Rumpfpositives.

Dasselbe machen wir auch bei den letzten 3-4 Platten, hier dient allerdings der Holzdübel (oder ein 10mm Carbon-Rundstab) auch zum Befestigen der separat zu schneidenden runden Rumpfröhre. (s. Skizze 7)



Nun können die einzelnen Segmente zu einem ganzen Klotz zusammengeklebt werden. Auch hier ist zu beachten, dass der Klebstoffauftrag (Epoxydharz) nur im blauen Bereich der farbigen Papierspanten erfolgen darf.





Als nächstes schneiden wir mit einer Bandsäge aus dem jetzt noch rechteckigen Schaumklotz den Haubenausschnitt heraus. Diesen Ausschnitt kleben wir mit einer Zwischenlage aus demselben farbigen Papier wiederum auf den Schaumklotz.

Jetzt bestimmen wir die Lage und den Winkel der Profilanformung. Dazu werden quer durch den Formklotz durchgehend zwei Löcher gebohrt und je ein Carbon-Rohr mit 6mm Innendurchmesser eingeklebt. Diese Arbeit ist sehr, sehr exakt auszuführen, denn die Rohre müssen sowohl rechtwinklig zur Rumpfachse, aber auch absolut parallel und im gleichen Winkel verklebt werden.

Das geschieht am besten so, dass man mal ein Rohr möglichst exakt einklebt. Das zweite Rohr kann nun nach dem ersten ausgerichtet werden.

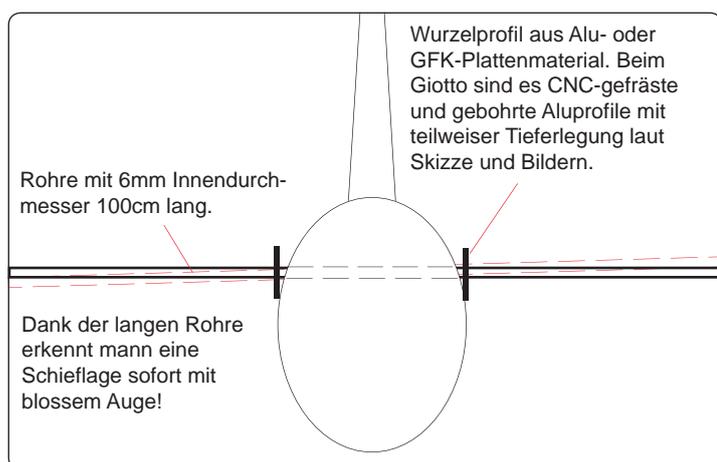
Dazu brauchen wir zwei Musterrippen, welche später seitlich an den Rumpf geklebt werden. Diese Musterrippen stellen wir am besten aus Metall oder GFK-Plattenmaterial her und bohren durch beide Rippen gleichzeitig die entsprechenden Löcher, welche später als Aufhängung resp. Verdrehsicherung dienen.

Diese stecken wir links und rechts auf das bereits eingeklebte Rohr und schieben das zweite Rohr sowohl durch die Musterrippen wie durch den Schaumklotz.

Jetzt haben wir mal die Parallelität. Was noch fehlt ist der Winkel der beiden Rohre zueinander.

Um diesen exakt auszurichten schiebt man durch beide Rohre einen mind. 1m langen Stab. Dank diesem langen Stab kann nun der Winkel problemlos mit dem Auge eingestellt werden.

Anschliessend können wir aufgrund der Markierungen mit



der Bandsäge die grobe Rumpfkontur aus dem Block sägen. Wer keine so grosse Bandsäge zur Hand hat, kann natürlich auch sofort mit dem Schleifen beginnen. Die so oder so folgende Schleifarbeit hält sich erstaunlicherweise in Grenzen. Mit einer groben Raspel und später mit grobem Schleifpapier, finden wir innert kürzester Zeit die gewünschte Rumpfform. Einfach raspeln und schleifen, bis ringsum überall der farbige Rand des aufgeklebten Papiers sichtbar wird!

Hier hilft eine drehbare Aufhängung ganz gewaltig.

Ein ganz exaktes Schleifen macht in dieser Phase aber noch keinen Sinn. Der Rumpfkopf darf zwar nirgends zu gross sein, aber kleinere Unebenheiten beseitigen wir erst nach dem Überziehen des Rumpfkopfs mit Glasgewebe.

Jetzt brauchen wir noch die runde Rumpfröhre. Diese kann auf verschiedene Arten hergestellt werden. Möglicherweise kann ein Holzkonus auf einer Drehbank/Drechselbank gedreht werden oder ein Schaumkonus kann mittels CNC-Schneidevorrichtung geschnitten werden etc.

Ich mache das immer selber, und zwar wie folgt:

Zuerst werden wiederum quadratische Schaumklötze geschnitten, etwas grösser als der grösste Röhrendurchmesser. In die Mitte dieser Klötze wird ein 12mm Loch gebohrt und die Schaumklötze werden auf ein 10/12mm Carbon-Rohr aufgefädelt und so, mit dem Rohr, verklebt.

Dank dem Rohr haben wir einerseits eine genügende Stabilität des fertigen Rohlings und andererseits können wir nun den Klotz drehbar aufhängen und mittels heissem Draht konisch rund zuschneiden.

Jetzt kleben wir mittels besagtem Holzdübel und dem eingeklebten Rohr die separat geschnittene, runde Rumpfröhre, an den Rumpfkopf. Beachten Sie, dass hier sehr exakt ausgerichtet werden muss!

Jetzt wird der ganze Rohling mit Glasgewebe und Epoxydharz überzogen. Ich empfehle eine Beschichtung mit etwa 3 Lagen Glasgewebe 163gm² Körper. Lieber zu viel Gewebe als zu wenig. Es ist sehr lästig, wenn wir bei der folgenden Schleiferei plötzlich irgendwo das Gewebe durchschleifen.

Dank dem eingelegten farbigen Papier sollte jetzt die Kontur des Haubenausschnitts immer noch durch das Gewebe sichtbar sein.

Bei der folgenden Spachtel- und Schleifarbeit verschwindet diese Kontur allerdings, und das ist schlecht.

Abhilfe schafft hier eine Haubenschablone. Damit die exakte Position dieser Schablone immer wieder gefunden werden kann, machen wir mit einem Kegelsenker oder mit einem grossen Bohrer ganz vorne und ganz hinten eine Vertiefung in den Rohling. Dann wird der Haubenbereich eingetrennt und die Schablone aus 2-3 Lagen 163gm² Gewebe laminiert und anschliessend genau auf Kontur zugeschnitten.

Diese Schablone kann nachfolgend in jeder Bauphase aufgelegt und positioniert werden. (Aufpassen, die Ansenkungen nicht mit Spachtel zuschmieren!)

Was nun folgt ist Fleissarbeit, den nun wird gespachtelt, (mit feinem, weissem Polyesterspachtel) geschliffen, gespachtelt u.s.w. In der Endphase empfiehlt sich Nass-Schleifen und jeweils Grundieren mit Spritzspachtel/Grundierung, notfalls auch aus der Spraydose.

Auch hier hilft eine drehbare Aufhängung auf dem Arbeits-

tisch sehr. Ich kann mir diese exakte und zugegebenermassen langwierige Arbeit ohne eine solche Vorrichtung überhaupt nicht vorstellen.



Was jetzt noch fehlt, sind die Profilanformungen, das Seitenleitwerk und am Schluss der Haubenausschnitt.

Für die Profilanformung haben wir ja die Carbon-Rohre immer noch im Rumpfröhling. In diese stecken wir nun wiederum zwei 6mm Stäbe und auf diese, exakt parallel ausgerichtet, die bereits angefertigten Musterrippen. Der Zwischenraum zum Rumpf wird nun aufgefüttert und dann folgt wiederum spachteln und schleifen wie mittlerweile bekannt.

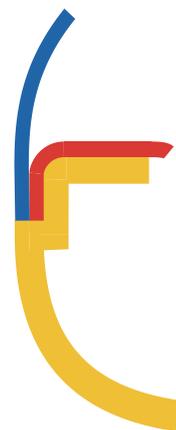
Das Seitenleitwerk wird herkömmlich in Styro/Abachi hergestellt, mit Gewebe überzogen und in der Schlussphase auf das Rohrende geklebt und der Übergang mit Spachtel ausgerundet.



Jetzt folgt noch eine heikle Phase, nämlich der Haubenausschnitt. Dank unserer Schablone können wir die Kontur problemlos finden. Es braucht aber etwas Überwindung, diesen Teil aus dem nun doch so schönen Rumpfröhling heraus zu sägen, es muss aber sein. Das geschieht am besten mit einer feinen Säge von Hand. Zuerst ringsum durch das Laminat einsägen und dann mit einem zugeschliffenen Blechstreifen oder ähnlich, durch den Schaum durchstochern.

Das abgetrennte Teil legen wir mal weg, das brauchen wir später für die Herstellung eines Haubenklotzes zum Ziehen einer transparenten Haube.

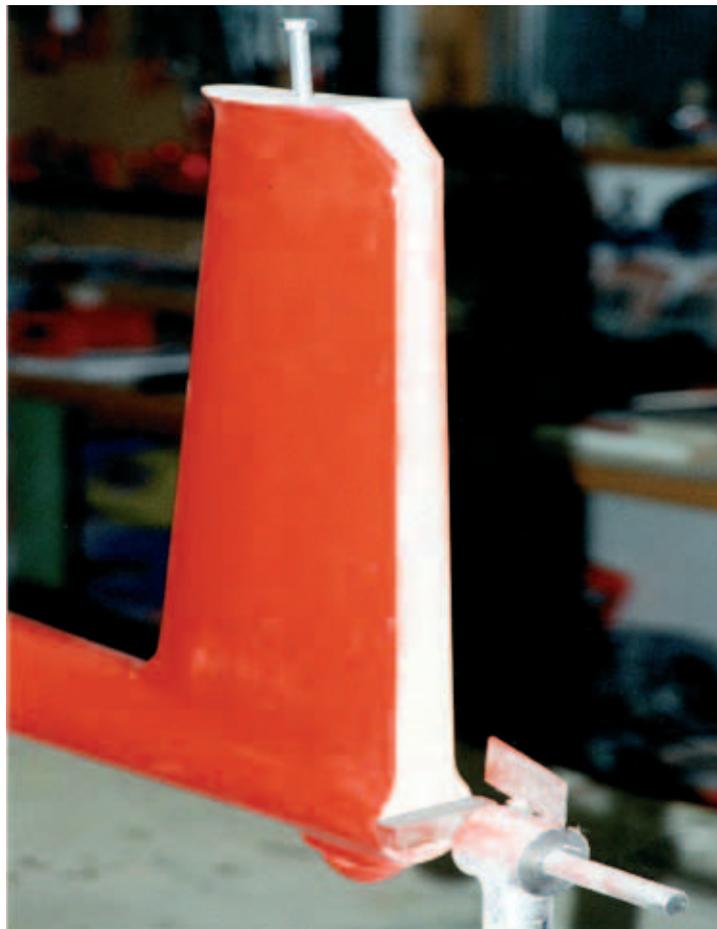
Nun ist etwas handwerkliche Kunst gefragt, denn wir müssen auf dem aufgesägten Rumpfröhling eine vernünftige Anformung anspachteln. Da gibt es verschiedene Möglichkeiten, eine davon finden Sie auf dem folgenden Bild.



So, jetzt wären wir fast am Ende dieser äusserst intensiven aber auch äusserst kreativen und befriedigenden Arbeit. Was noch fehlt ist die Schlusslackierung, welche vorteilhafterweise durch spritzen eines 2-K Lackes aufgebracht wird.

Diese ganze Arbeit setzt handwerkliches Geschick und modellbauerisches Können voraus und ab und zu braucht es auch etwas Hirnschmalz, wenn man plötzlich vor einem schier unlösbaren Problem steht, welches überwunden werden muss.

Zugegeben, das ist nichts für ARF-Menschen. Die können sich aber auch nicht vorstellen, wie stolz man ist, wenn das fertige Teil glänzend vor einem liegt.



SLW-Stabilo, bereit zum Abformen. Die M6 Schraube wird mit abgeformt. Das Gewinde ergibt die Lehre für das Einkleben einer M6 Aluhülse für die Befestigung des HLW.

Ein paar Bilder zu Details:

Es ist ungemein wichtig, dass beim Ur-Formenbau an alles gedacht wird, was irgendwie bereits dort eingebaut werden kann.

Ein Beispiel ist die exakte Position der Löcher für die Flächenaufhängung. Desgleichen können aber auch bereits Vertiefungen für die Sub-D-Stecker oder die Position für die Steckung resp. schwimmende Tragflächenbefestigung eingebracht werden. Auch für die HLW-Befestigung kann bereits eine M6 Schraube eingelassen und mit abgeformt werden u.s.w. Je nach Modell, sind da möglicherweise noch weitere Details möglich. Alles was man hier einbaut, ist am fertig laminierten Rumpf bereits perfekt passend vorhanden!



Hier sehen wir den Sinn der Sache. In der fertigen Form kann nun die Alu-Gewindehülse genau plaziert werden. Nach dem Laminieren und zusammensetzen der Rumpfhälften wird der Knebel herausgedreht und der Rumpf entformt. Die Befestigung für das HLW sitzt nun immer genau am richtigen Ort.



Der Haubenrahmen wird direkt auf einem fertigen Rumpf laminiert und mit einer Gegenform verpresst.



Beim fertigen, zum Abformen bereiten Ur-Model, werden in die 6mm Löcher (Rohre in der Ur-Form) Stahlstifte gesteckt und mit abgeformt. Nach dem Härten der Form können die Stahlstifte mit einer Zange herausgezogen werden.



Auf diesem Bild sehen wir die Aussenseite der fertigen Form, mit eingesteckten Stahlstiften.



Und hier die Innenseite der Form.

Zum Laminieren eines Rumpfes werden die zugespitzten Stahlstifte wiederum in die Passlöcher gesteckt.

Die Gewebelagen werden nun über diese Stifte gestülpt und getränkt, ohne dass ein Glasfaden verletzt wird.

Als Verstärkung können zusätzliche Glas- oder Aramid-Rondellen über die Stifte gestülpt werden.



Laminierte Haubenschablone wie im Text beschrieben.

Formenbau

Den eigentlichen Formenbau möchte ich hier nicht nochmals beschreiben. Wie man grundsätzlich Formen aus GFK baut steht in der separaten Broschüre

<http://www.swiss-composite.ch/pdf/i-formenbau.pdf>

Oder auf unserer Homepage unter Downloads/Anleitungen/Modellbau: Formenbau mit GFK.

Hier lediglich ein paar Tips die sich beim Formenbau der ganzen Giotto-Familie bewährt haben.

1.) Für den Formenbau wird das Trennbrett mittels vorher exakt gleich gross geschnittenen Holzstücken auf ein separates Baubrett geklebt. Dadurch haben wir die Möglichkeit, jederzeit unter das Trennbrett zu kommen wenn das nötig sein sollte. Vor allem wer die Abdichtung mit Plastilin macht, wird das sehr zu schätzen lernen.

2.) In die durchgehenden Rohre der Flächenarretierung werden Stahlstifte gesteckt, die einerseits auf der Oberseite überstehen und mit abgeformt werden und auf der Baubrett-Seite dienen sie als vorläufige Arretierung des Rumpf-Urmodells auf dem Baubrett.

3.) Die fixierung des Rumpf-Urmodells auf dem Baubrett geschieht mit Styro-Klötzen und Keilen und Plastilin. Das Zuschneiden der Styro-Formklötze kann ganz einfach mit dem Balsamesser gemacht werden. Dann werden die Klötze eingepasst, geschoben und verschoben bis der Rumpf exakt in der Mitte des Trennbretts zu liegen kommt. Oft ist es hilfreich, wenn zwischen dem Styro-Klotz und dem Rumpf-Urmodell eine Schicht Plastilin gelegt wird.

4.) Ringsum den Rumpf sollten möglichst viele Verschraubungen und auch ein paar Passdübel auf das Trennbrett geklebt werden. (Ein Tropfen Sekundenkleber genügt). Die Oeffnungen werden mit einem Popen Plastilin verschlossen, damit kein Harz eindringen kann. Die Verschraubungen sollten möglichst nahe am Rumpf-Urmodell liegen, aber doch so, dass noch vernünftig Platz zum Einbringen des Gewebes übrig bleibt.

5.) Die Verschraubungen bestehen aus einer Hülse ohne Gewinde und einem Gewindeteil. Es ist wichtig, dass auf die Trennebene vorerst die Gewindeteile geklebt werden. Dadurch ist es möglich, dass das gewindelose Gegenstück bei der Herstellung der zweiten Formhälfte mit den M6 Imbusschrauben befestigt werden können.

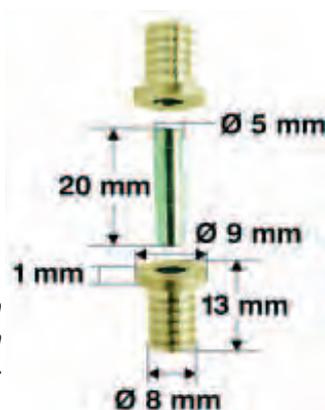
6.) Es ist sehr praktisch und hilfreich, wenn man an den neuralgischen Stellen, z.B. an der Rumpfspitze, im Bereich HLW aber auch und vorallem bei der Profilanformung ein oder zwei zusätzliche Gewindeteile klebt. Diese Gewindeteile erhalten auf der Gegenseite keine Hülse.

Bei der späteren Entformung und bei der Entformung beim Rumpfbau werden in diese Gewindehülsen ebenfalls Schrauben eingedreht und dienen auf einfachste Weise zum öffnen der Form.

Es ist hilfreich, wenn diese Gewindeteile später mit roter Farbe markiert werden, damit man sofort weiss, welche Schrauben zum Entformen dienen.



Trennbare Passdübel haben den Vorteil, dass die Passstifte zum Reinigen der Form entfernt werden können.



Fix-A-Form Verschraubungen M6 mit Durchgangsstück und Gewindestück.

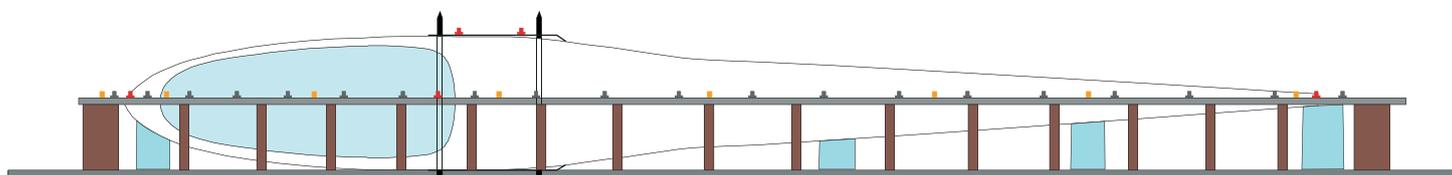
Lagenaufbau

Für den Formenbau der Giotto-Familie wurde durchgehend folgender Lagenaufbau angewendet und hat sich auch bewährt.

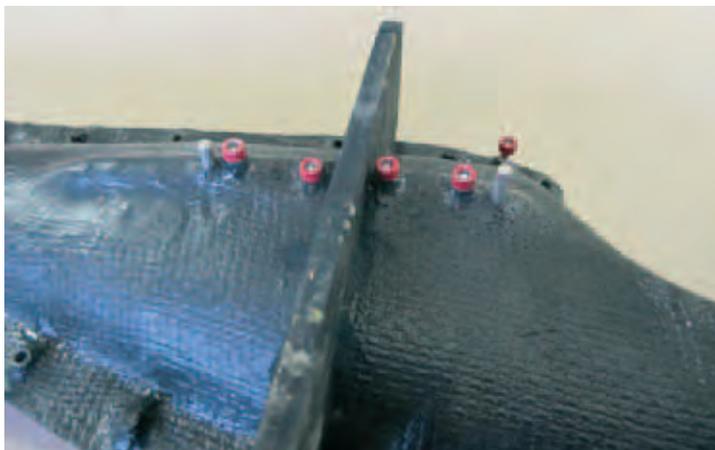
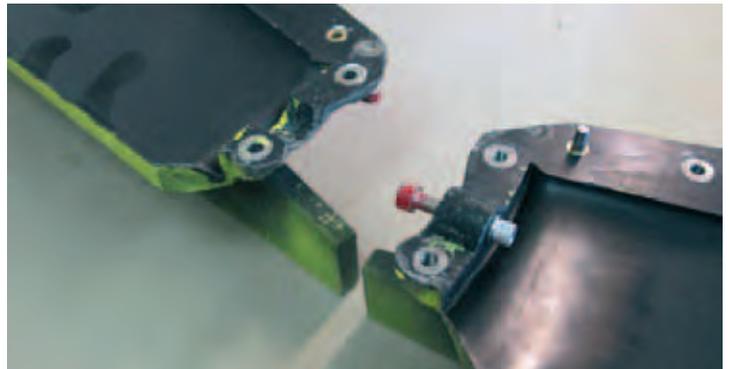
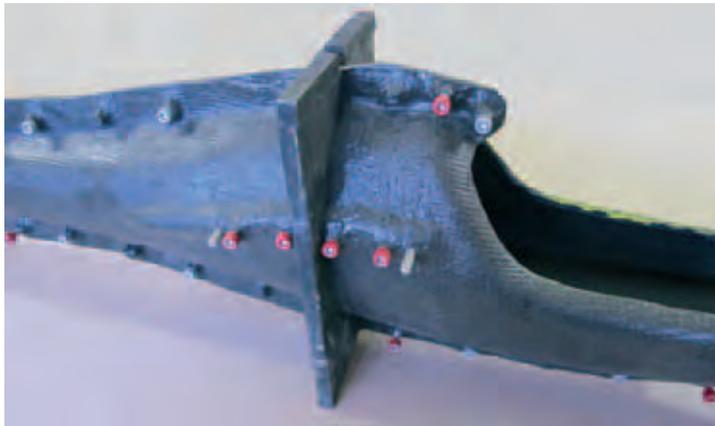
- Eine Schicht Formenharz
- Ausrunden der neuralgischen Stellen mit Epoxydharz und Baumwollflockengemisch
- eine Lage Glasgewebe Köper 163g/m²
- zwei Lagen 190.9251 Scheindreher-Glasgewebe mit 450g/m²
- eine Lage Glasgewebe Köper 163g/m²
- nach dem besäumen der Form eine Schicht Formenharz, vorallem die Schnittkanten werden damit gut versiegelt.

Dickere und steifere Formen sind bei Rumpfformen nicht nötig, eine gewisse flexibilität hilft beim Entformen und durch die Verschraubungen und Passdübel wird die Form automatisch wiederum gerade, auch wenn sie allenfalls mit der Zeit einen leichten Verzug erhalten sollte.

Formen werden sowieso immer im Verschraubten Zustand gelagert und dann passiert nichts. Was eben dazu auch hilft, ist das Versiegeln der Schnittkanten nach dem Besäumen.



Hier ein paar Bilder der fertigen Form des Giottolissimo:



Beachten Sie die roten Schrauben, diese dienen lediglich zum Entformen und haben kein Gegenstück auf der zweiten Formhälfte. Praktisch sind auch die angeklebten Stützbretter, welche der Form in jeder Lage einen sicheren Halt auf dem Werkstisch geben.

Rumpfbau - Laminierplan

Für einen Rumpf in der Grösse des Giotto (M 1:3,5) sind ca. 500 gm² bis 600 gm² Glasgewebe pro m² zu empfehlen. Das ergibt viele Kombinationsmöglichkeiten:

3-4 Lagen	163gm ²	Glasgewebe Köper	= ca. 600gm ²
2 Lagen	280gm ²	Glasgewebe Köper	= 560gm ²
1 Lage	280gm ²	und 2 Lagen 163gm ²	= 606gm ²
2 Lagen	286gm²	Glasgewebe Atlas	= 572gm²
2 Lagen	296gm ²	Glasgewebe Atlas	= 592gm ²

Grundsätzlich sind mehrere Lagen zu empfehlen. (Also kein 600gm² Gewebe verwenden). Köpergewebe eignet sich besser als leinwandgebundenes Gewebe, da es sich besser den Rundungen anpassen lässt und zudem ein leicht steiferes Laminat ergibt.

Noch wesentlich steifere Lamine erhalten wir mit Atlas-Gewebe, da hier der gerade Fadenanteil noch grösser ist. Der Unterschied ist absolut von Hand spürbar! Allerdings verlangen diese Gewebe beim Tränken einen etwas grösseren Aufwand. Die Drapierbarkeit ist jedoch genau so gut wie bei Köpergewebe.

Für die Giotto-Linie wurde durchwegs das 286gm² Atlas-Glasgewebe verwendet. Ganzflächig 2 Lagen mit ein paar zusätzlichen Lagen wie in der Skizze dargestellt.

Das ergibt einen sehr leichten Rumpf, hat sich aber über all die Jahre bestens bewährt und der erste Giotto fliegt nach 17 Jahren immer noch.

Nach dem Aufbringen des Trennmittels in die Form, wird mittels selbstklebenden und seitenverkehrt geschnittenen

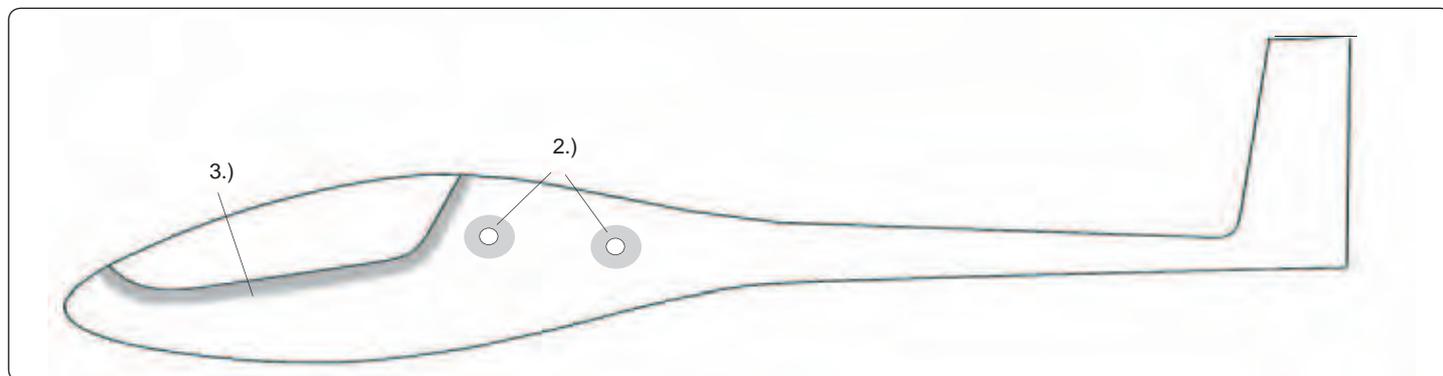
Spritz-Schablonen die graue Immatrikulation, das weisse Kreuz, die rote Beschriftung und anschliessend das rote Feld um das weisse Kreuz, mit Berlacryl 2-K Lack direkt in die Form gespritzt.

Anschliessend wird die farbige Deckschicht des ganzen Modells gespritzt. Im Falle des Giotto ist es ein helles Gelb, ebenfalls mit Berlacryl 2-K Lack. Bei weissen Fliegern kann auch UP-Vorgelat als Deckschicht verwendet werden.

Nach dem Anhängen der Deckschicht werden alle Ecken und Kanten und vorallem der Bereich um die Wurzelrippe mit einem Gemisch aus Harz und Baumwollflocken ausgerundet. Für diese Kupplungsschicht eignen sich als Füllstoff aber auch Glasschnitzel oder Microballons oder eine Mischung daraus. Auf diese noch nasse Schicht werden folgende Gewebelagen mit Epoxydharz L-285 (LF) und Härter 286 (LF-2) aufgebracht:

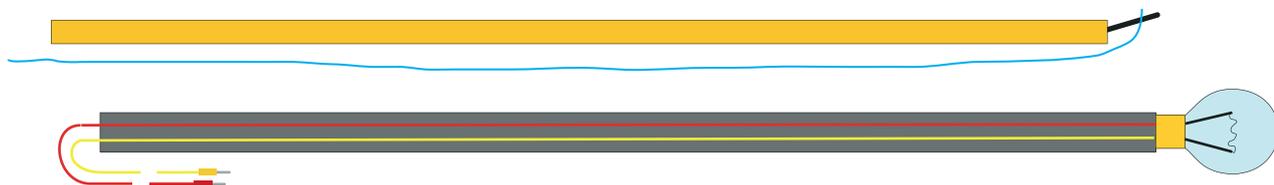
- 1.) 1 Lage Glasgewebe 286gm² mit Atlasbindung Fadenrichtung 0/90°, über den ganzen Rumpf.
- 2.) 3-4 Aramid- und/oder Glasrondellen in abgestufter Grösse werden über die Stahldorne der Flächen befestigung gesteckt.
- 3.) Verstärkung um den Kabinenausschnitt mit Glas-Rovings, ev. mit zusätzlichem Band aus Gewebeabfall geschnitten.
- 4.) 1 Lage Glasgewebe 286gm² mit Atlasbindung mit Fadenrichtung 45/45°, wieder über den ganzen Rumpf.

Nach dem Zusammensetzen der Rumpfhälften in der Form wird der Rumpf mind. 24 Std. härten gelassen und dann erst entformt. Nach der Entformung wird der Rumpf noch ca. 12 Std. bei 60°C nachgetempert.



Zusammensetzen der Rumpfhälften: Auch da gibt es verschiedene Möglichkeiten und alle wurde schon mal ausprobiert. Beim Giotto wird der Gewebeüberstand, nach Anhängen des Laminats, bei beiden Formhälften mit einem Messer exakt auf den Formrand, also ohne Ueberstand, abgeschnitten. Anschliessend wird auf den Laminatrand etwas eingedicktes Harz aufgetragen und die Form geschlossen. Nun werden die beiden Hälften mit einem Gewebeband über die ganze Länge in der Form verklebt. Dazu sind zwei Werkzeuge äusserst hilfreich.

1. Kiefernleiste mit Dorn, zum Einbringen des getränkten Glasbandes in den Rumpf
2. GFK oder CFK-Rohr mit Motorradlampe und entsprechender Verkabelung zum Andrücken des Bandes.
Mit diesem Wunderwerkzeug haben wir das Licht genau dort wo wir es auch brauchen und durch die Wärme der Lampe wird das Harz partiell recht flüssig und hilft, das Gewebe einwandfrei zu tränken.

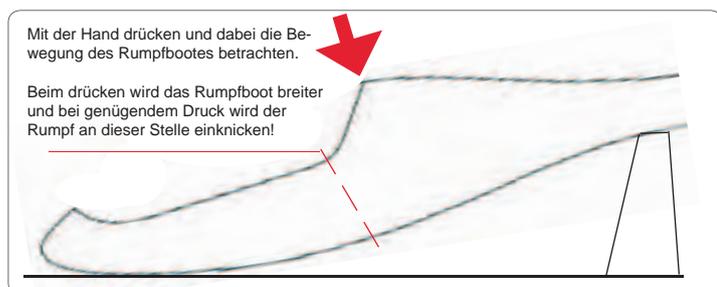


Rumpfausbau

Was macht ein Rumpfbööt bei der Landung?

Wir können Flugzeuge exakt verkleinern. Was wir aber nicht entsprechend verkleinern können, das sind die Löcher und Unebenheiten im Gelände. Unsere Modelle müssen also im Verhältniss wesentlich mehr aushalten als unsere grossen Brüder.

Wenn wir eine solche Landung laut untenstehendem Bild simulieren, stellen wir fest, dass sich das Rumpfbööt im Bereich des Kabinenausschnittes breitquetscht und droht, beim Uebergang Ausschnitt/Rumpfröhre zu knicken. Also genau da, wo die Rumpfe ja auch meistens reissen.



Dieses Uebel lässt sich nicht grundsätzlich beheben, ausser wir verzichten auf einen Kabinenausschnitt.

Auch zusätzlich eingeklebte Bänder usw. helfen nicht endgültig. Nachträglich eingeklebte „Verstärkungen“ in GFK-Teile taugen sowieso meistens nichts und Spanten und ähnliches verschlimmern die Situation höchstens, da genau beim Spant eine Sollbruchstelle entsteht.

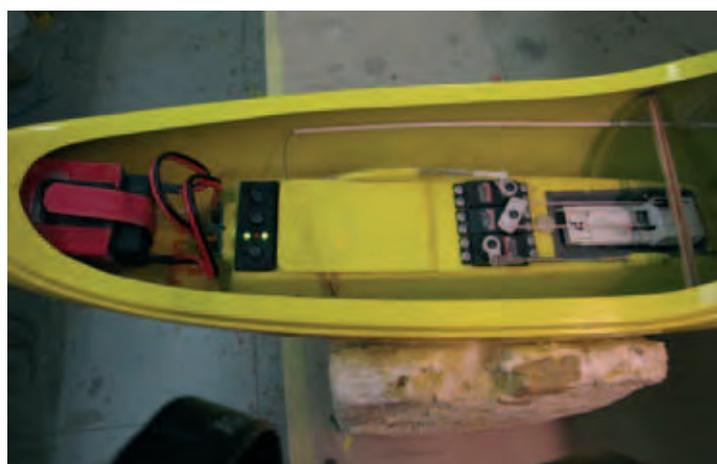
Eine wirksame Möglichkeit der Schadensbegrenzung ist jedoch die, dass wir zu verhindern versuchen, dass sich das Rumpfbööt übermässig durchbiegen kann. Eine Versteifung dieses Rumpfteils ist also angebracht und auch möglich, ja sogar doppelt nutzbar.

In den Rumpfbööt-Boden wird dazu ein zusätzlicher Stringer in Kastenform einlamiert. Dieser Kasten muss relativ weit vorne beginnen und darf erst in der runden Rumpfröhre, also nach der gefährdeten Zone, flach auslaufend enden.

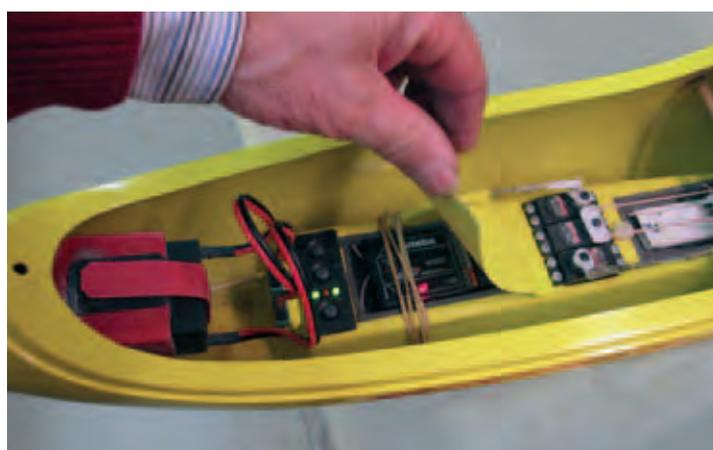
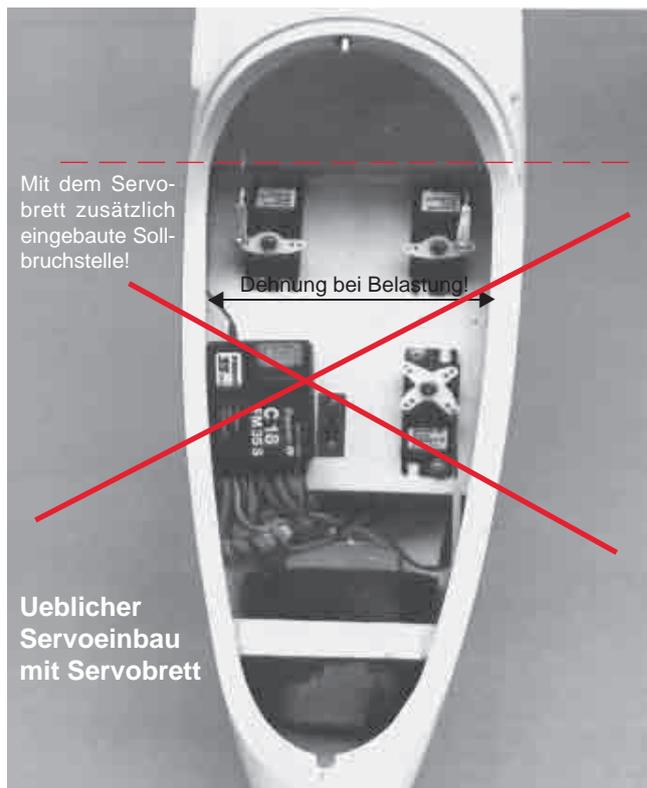
Bei richtiger Dimensionierung kann dieser Kasten gleichzeitig als Servo- und Anlagebox dienen, was einen saubereren, professionellen Anlageneinbau ermöglicht.

Wie bekannt, platzen herkömmliche Servobretter immer wieder vom Rumpf ab. Das liegt nicht am falschen Kleber, sondern eben an der Dehnung des Rumpfböotes.

Dies ist zwar mit elastischem Silikonkleber zu umgehen. Noch besser ist aber eine Konstruktion, die das Uebel bei der Wurzel packt.



Ueblicher Servoeinbau



Der Anlageneinbau geschieht nun recht unkonventionell in der eingeklebten Servo- und Rumpfverstärkungs-Box.

Die Servos, der Empfänger, Schalter, das Vario etc. werden in dieser Box montiert und der ganze Kabelsalat darin „unterputz“ verlegt.

Durch diese Box wird gleichzeitig das Rumpfboot gegen übermässige Durchbiegung bei harten Landungen verstärkt. Reparaturen in der bekannten bruchgefährdeten Zone fallen damit weitgehend weg.

Bei der Herstellung der Servobox ist darauf zu achten, dass die senkrechten Seitenwände der Box genügend stark laminiert werden, da vorallem diese erhebliche Kräfte aufnehmen müssen.

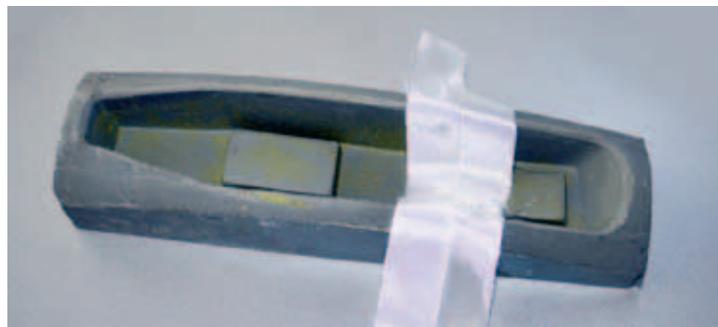
Wichtig ist auch, dass die Länge der Box so bemessen ist, dass sie genügend über die bruchgefährdete Zone hinaus, bis ins kreisrunde Rumpfrohr nach hinten ragt.

Die Herstellung der Servo-Box erfolgt beim Giotto in einer separaten Form. Eine einfachere Möglichkeit ist aber die, dass ein Styropor-Klotz entsprechend geschnitten und geschliffen wird, bis er in den Rumpf passt und festgeklebt werden kann. (Nur mit 5-Min. Epoxy etwas heften.)

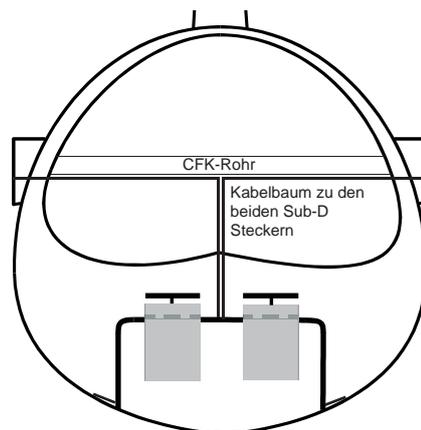
Dieser gut abgerundete Styro-Klotz wird dann mit Gewebe überzogen, wobei auch hier die senkrechten Flächen stärker belegt werden sollen.

Nach der Härtung werden für die Servos, Empfänger etc. entsprechende Aussparungen gemacht und durch diese der Styropor mit einem heissen Stahldraht oder Schraubenzieher, dort wo nötig, herausgeschmolzen. Die Kabel können nun ebenfalls „unterputz“ versorgt werden.

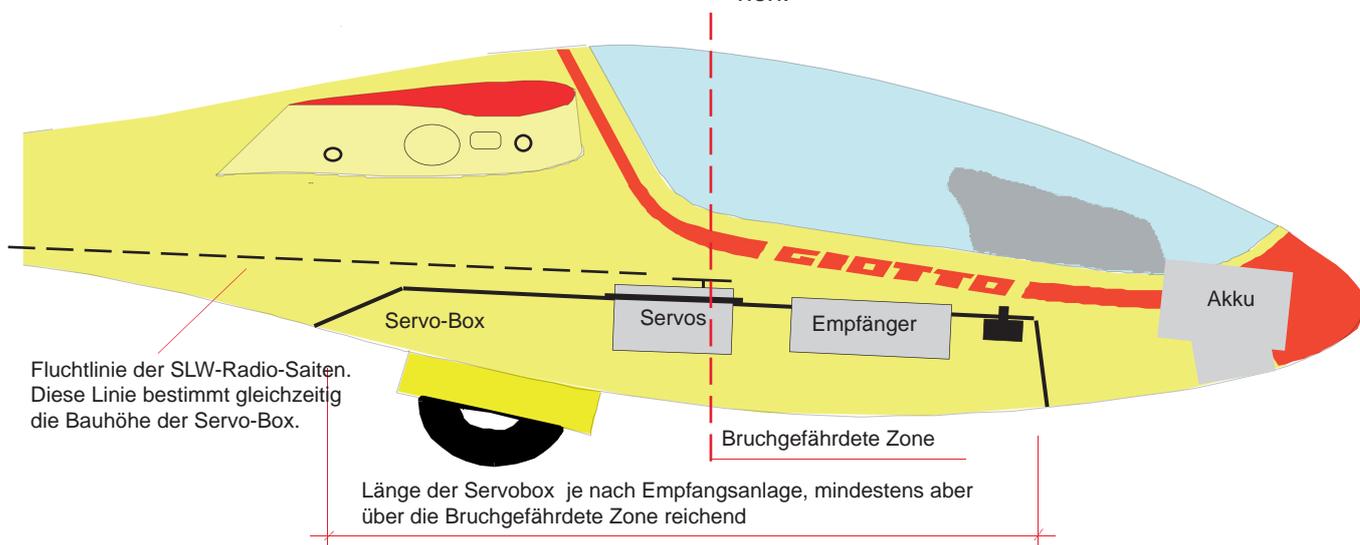
Die Akkus sind natürlich nicht mehr dieselben wie vor 17 Jahren. Heute werden für alle Giotto je zwei PowerBox Battery 1500mAh / 7,4V in Zusammenarbeit mit der PowerBox Sensor Akkuweiche und Schalter verwendet.



Form aus flexiblem PU für die Herstellung der Servo-Box



Breite der Servobox, je nach Servos, jedoch so schmal wie möglich, damit möglichst hohe, senkrechte Flanken entstehen.

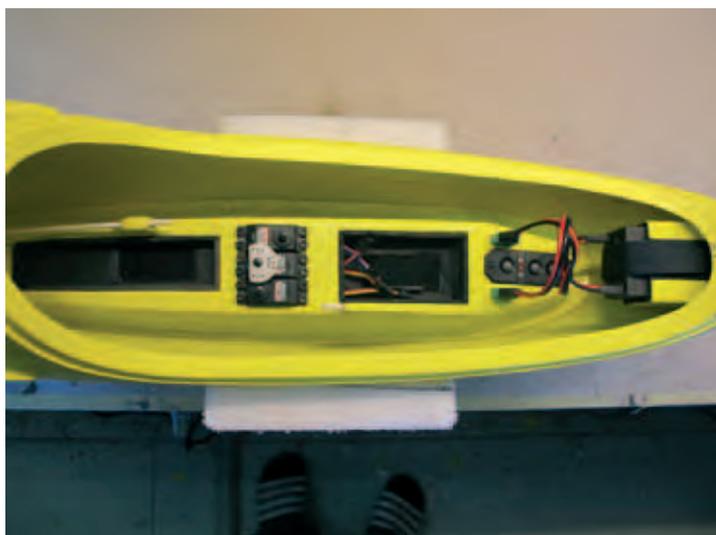




Form und fertige Box zum Einschleiben der PowerBox Akkus in die Rumpfspitze.



Urmodell und weiche Form aus PU-Giessharz für das Laminieren der Servo-Box.

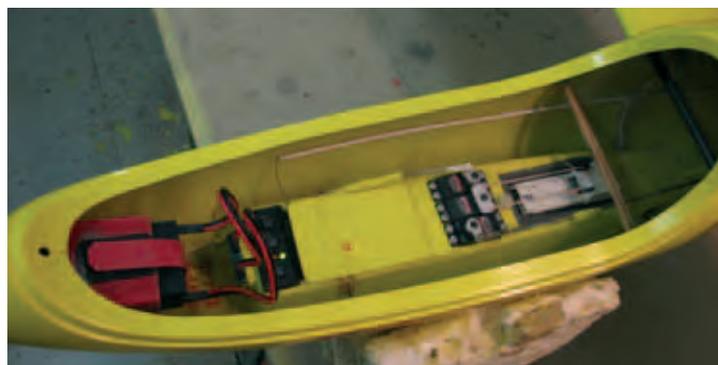
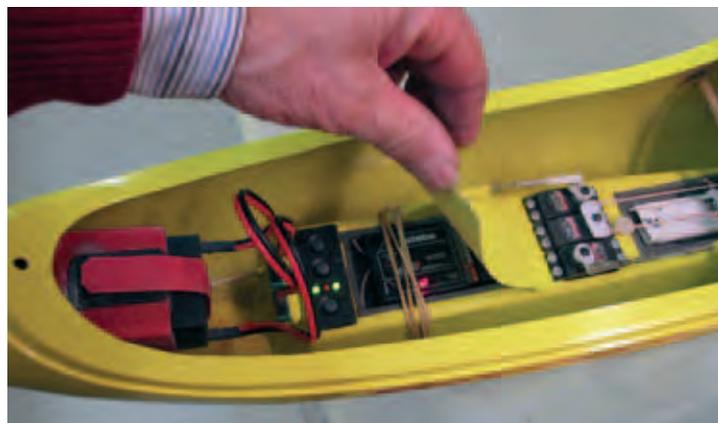


Servo-Box fertig eingebaut und bereits bestückt.

Anlageneinbau mit „Servo-Box“

Auf diesem Bild ist der Einbau der Empfangsanlage gut sichtbar. In der Rumpfspitze stecken die Akkus in der beschriebenen und selbst laminierten Akkuhalterung, lediglich mit einer Klettgurte gehalten. Das ermöglicht einen raschen Ein- und Ausbau zum Laden. Die Akkus werden mit MPX-Steckern an festgeklebte MPX-Buchsen, welche mit dem PowerBox Sensor-Schalter verbunden sind, in der Servo-Box angesteckt.

Der Empfänger sitzt in einer Aussparung in der Servobox und wird mit einem Gummiring gehalten. Die zu langen Kabel verschwinden in einem Schlitz in der Servobox. Anschliessend folgen die Servos für das Seiten- und Höhenruder und das dritte für die Schleppkupplung, welche mittels Stahlkabel-Bowdenzug betätigt wird. Das Vario liegt ebenfalls in einer Aussparung und wird ebenfalls mit einem Gummizug gehalten. Im hinteren Teil ist der Kabelbaum zu den Sub-D-Steckern und die Rumpfabstrebung mittels CFK-Rohre sichtbar.



Vario

In den Giottos ist stets ein Vario von Tommys Modellbau (Renschler) eingebaut.

Betreffend Vario-Fliegen sind in letzter Zeit verschiedene Artikel erschienen.

Die Erfahrung zeigt, dass diese Geratchen eine wunderbare Sache sind, ich mochte sie nicht missen.

Wer allerdings nicht Termik fliegen kann, dem hilft auch ein Vario nicht und wer unbedingt die spannendste Sache am Modellfliegen verpassen will, der baut Japan-Thermik ein und braucht ein Vario sowieso nicht.



Ruderanlenkung Seitenruder

Das Seitenleitwerk wird mit Radio-Saiten-Schnur (Skalenschnur) angelenkt. (Keine Stahlsaiten verwenden!)

Dabei wird die Saiten-Schnur direkt im Servohebel eingefädelt und mittels Spanner (System Zeltschnur) gespannt. (Kleines Alu-oder GFK-Plättchen mit 3 Bohrungen.)

Das bedingt, dass die Saitenschnur im Seitenruder selber nicht festgemacht werden darf. Sie wird im Seitenruder lediglich einmal durchgefädelt (Loch im Ruder mit Kunststoff-Bowdenzugrohr ausfüttern) und gespannt. Das ermöglicht dem Ruder, bei harten Landestössen zu weichen. Das schont das Servo und das Ruderblatt. Vor dem nächsten Start muss das Ruder nun halt möglicherweise wieder gerade gedrückt werden. Das geht schneller als eine allfällige Reparatur!

Lagerung des Seitenruders

Im Seitenleitwerk-Stabilo wird ein U-förmiges Kunststoffteil eingeklebt. Dieses enthält unten einen eingeharzten, gebogenen Eisendraht als Lagerdorn für das Ruder und im oberen Teil eine eingeharte Augenschraube als oberes Lager. Das Ruder wird nun von oben in den Lagerdorn gesteckt und oben mit einem Stück abgebogenem Eisendraht durch die Augenschraube, gesichert.

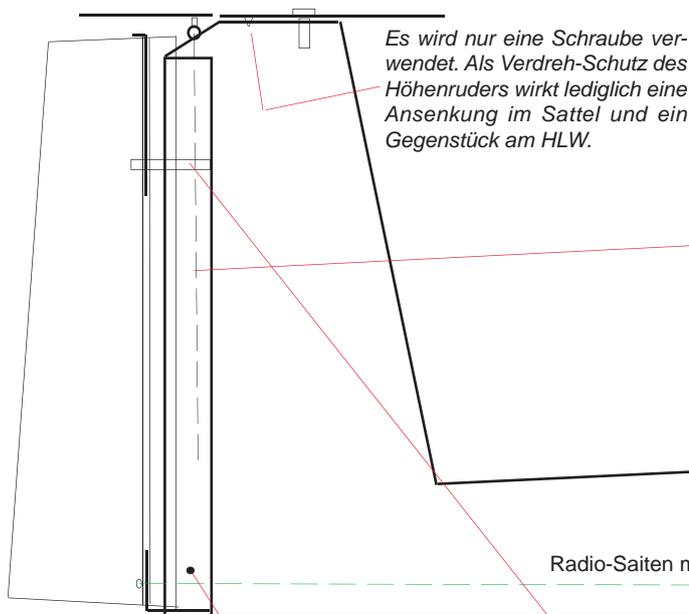
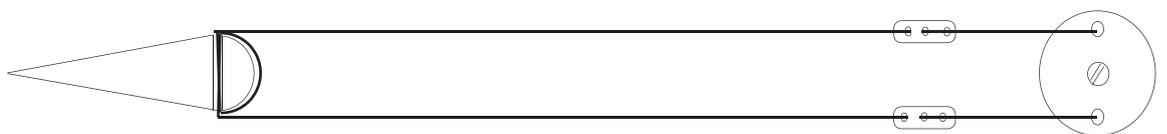
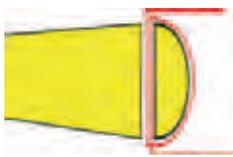
Die Herstellung des Kunststoffteils ist simpel. Einfach ein Holzstück mit ca. 8mm Dicke mit etwas Spachtelmasse exakt einpassen, anschliessend auf ein Brett heften und mit Silikon-giessmasse übergiessen. Fertig ist die Form für dieses Teil. Lamiert wird es aus nur 2-3 Lagen 49g/m² Körper-Glasgewebe. Es ist entsprechend federleicht und, einmal eingebaut, trotzdem stabil.



Ruder wegen der besseren Sichtbarkeit noch nicht auf den Lagerdorn gesteckt!



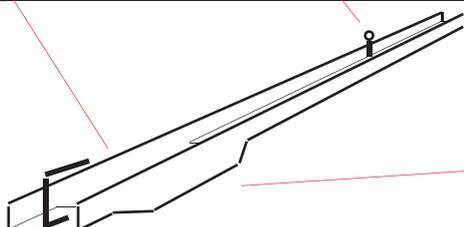
Ruder fertig montiert.



Es wird nur eine Schraube verwendet. Als Verdreh-Schutz des Höhenruders wirkt lediglich eine Ansenkung im Sattel und ein Gegenstück am HLW.

Das Höhenruder wird mit einer 1,5mm Stahlлите in einem Kunststoff-Führungsrohr angelenkt. Das ergibt eine minimalste Elastizität und schont das HR-Servo. Trotzdem bevorzuge ich die Anlenkung mit dem Messing-Bowdenzug.

Radio-Saiten mit Kevlar-Seele zum Seitenruder-Servo



Dieses GF-Kunststoffteil wird als Hohlkehle hinten in das Seitenruder-Stabilo eingeklebt. Der Lagerdorn (gebogener 1,5mm Eisendraht) für die untere Lagerung des SLW und die Augenschraube für die obere Lagerung wird ebenfalls in dieses Teil geklebt.

Alu ca. 20mm lang

Saiten-Spanner, System Zeltschnur
Benötigt wird ein Alu-Plättchen, ca. 20mm lang, mit 3 Bohrungen (System Zeltschnurspanner) oder Wantenspanner von KDH aus Kunststoff.

Höhenruder-Anlenkung mit Messingrohr und Stahlseil-Bowdenzug!

Das Höhenruder wird mit einem Bowdenzug aus Messingrohr und einer Stahlitze wie auf beiliegender Skizze angelenkt. Dank dieser Anlenkung kann das HR-Servo vorne beim Empfänger belassen werden.

Das ist zwar nicht „modern“ aber wesentlich sicherer und weniger Störanfällig und das HR-Servo kann stets im Auge behalten werden.

Für die Herstellung eines solchen Bowdenzuges sind aber unbedingt folgende Details zu beachten: Als Messingrohr nur die Type 564.3 von Graupner mit 1,7 innen und 3mm Aussendurchmesser sowie 0,65mm Wandung verwenden. (Andere Rohre werden beim Rundspannen oval).

Als Stahlitze eignet sich ebenfalls nur die Litze Nr. 732.1,5 von Graupner.

Das Messingrohr ist leider nur 1m lang erhältlich, weshalb in der Regel ein Stück angesetzt werden muss. Dies geschieht durch vermuffen und verlöten mit einem Stück passendem Messingrohr grösseren Durchmessers. Wichtig ist dabei, dass die beiden Rohre nicht bündig zusammengestossen werden, sondern, dass zwischen den beiden sauber entgrateten Rohren ein kleiner Zwischenraum von ca. 2mm belassen wird. Diese Stelle darf nicht im Biegebereich zu liegen kommen.

Die Stahlitze darf keine Knicke aufweisen und muss absolut sauber sein.

Der Einbau des Bowdenzuges geschieht nun folgendermassen:

Die Stahlitze wird in das Messingrohr geschoben und zwar so, dass auf der Leitwerkseite etwa 50cm heraus schauen. Auf der Servoseite dagegen wird eine Lüsterklemme festgemacht, damit das Litzenende beim Ziehen nicht in das Rohr verschwinden kann.

Nun kommt der Witz der ganzen Sache.

Das Messingrohr darf nicht vorgebogen werden.

Das Messingrohr mit der heraushängenden Litze wird von vorne in den Rumpf geschoben bis es ansteht. Nun wird mit einem Stück Schweissdraht oder ähnlichem, die heraushängende Stahlitze nach oben, zu der Austrittsöffnung des Höhenruders, gefischt.

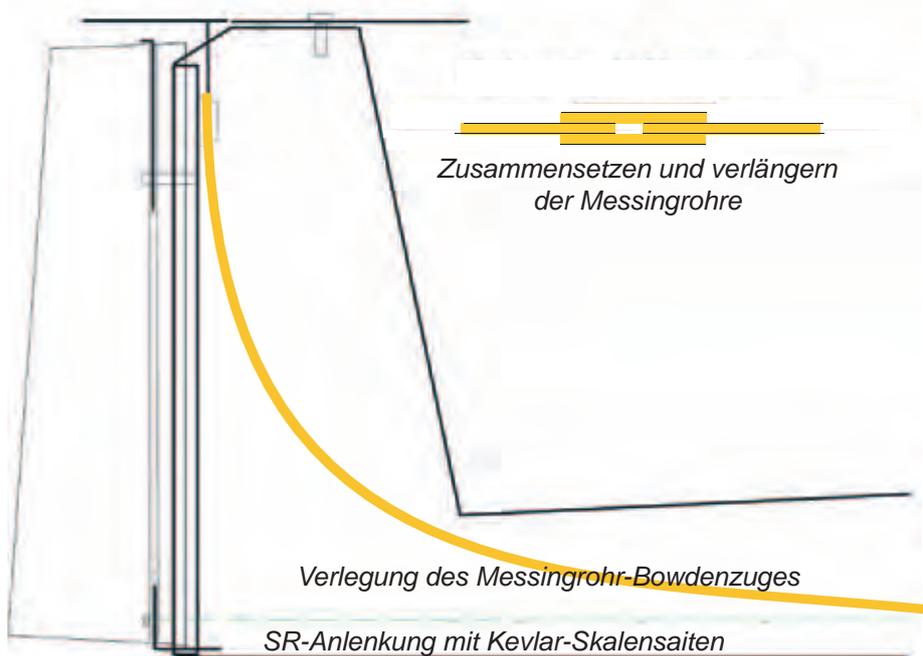
Wenn das Litzenende oben heraus schaut, wird es mit einer kräftigen Zange gefasst und mit einem zünftigen „Hauruck“ nach oben gezogen bis das Messingrohr an seinem Platz sitzt. Das Messingrohr wird also unter Spannung an seinen Platz gezogen und so belassen, resp. später an 2-3 Punkten mit 5-Min. Epoxi und Baumwollflocken im Rumpf fixiert.

Jetzt kann die Litze auf die richtige Länge abgelängt, mit Clipsen versehen und endgültig eingebaut werden.

Ich bevorzuge diese Art der Anlenkung. Sie ist wesentlich weniger Störanfällig, hat praktisch kein Spiel und funktioniert jahrelang, auch nach kräftigen „Rumpfern“. Zudem hat diese Anlenkung den Vorteil, dass ein recht grosser Weg gewählt werden kann (lange Hebel), was wiederum der Genauigkeit dient. Alle „schwingfreien Spielhebelantriebe“ und ähnliche Anlenkungen haben mehr Spiel und lösen sich vor allem irgendwann von der Rumpfwand. Wenn Servos direkt eingeklebt werden, sind die Rudergestänge sehr kurz und Schläge bei der Landung wirken voll auf die zierlichen Zahnräder. Ich habe einen Flieger mit so einem Karies behafteten Servo verloren und das reicht mir.



Der Anschluss erfolgt über eine eingeklebte Augenschraube im HLW und einen etwas angeschliffenen Metallclip, welcher auf die Stahl-Litze gelötet wird. Auf den ersten Blick eine unlösbare Verbindung. Seltsamerweise löst sich aber diese Verbindung immer und problemlos, wenn bei einer harten Landung der Kopf der Nylonschraube abplatzt!



Höhenruder Befestigung

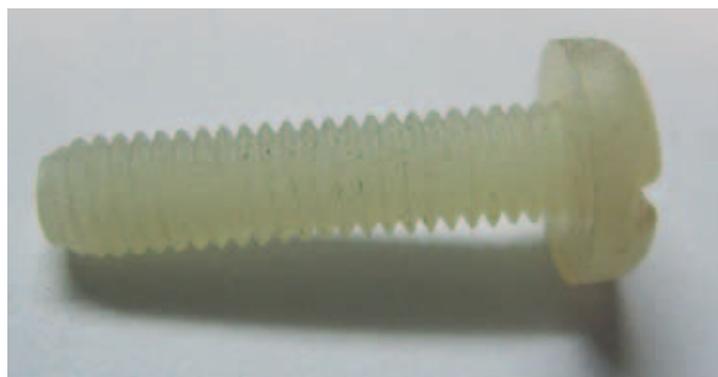
Das Höhenruder wird nur mit einer M6 Polyamid Pan-Head Schraube festgemacht (keine Senkkopfschrauben verwenden). Lediglich eine Ansenkung mit Gegenstück im Sattel, verhindert ein verdrehen des Ruders.

Um die bruchgefährdete Zone am Leitwerksübergang zu schonen, muss das Verhältnis von

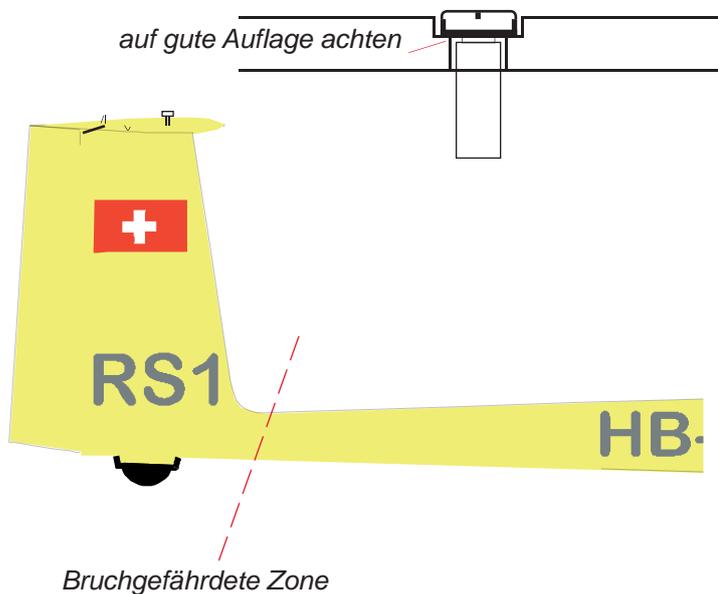
- Höhenruderspannweite
- Höhenrudergewicht
- Auflagesattelbreite
- (Allenfalls auch der Schraubendurchmesser)

exakt aufeinander abgestimmt sein. Gleichzeitig muss auf eine gute Auflage des Pan-Head-Schraubenkopfs geachtet werden.

Bei richtiger Abstimmung wird bei harten Landungen nur der Kopf der Schraube abgesprengt, und zwar bevor die bruchgefährdete Zone am Rumpfe übermässig belastet wird. Wenn der Auflagesattel zu breit ist, dann ist die Hebelwirkung zu gering und die Kraft genügt nicht um den Kopf abzusprennen. Der Hebel wirkt dann dort, wo wir es nicht wünschen, nämlich auf den Uebergang Rumpf/Leitwerk.



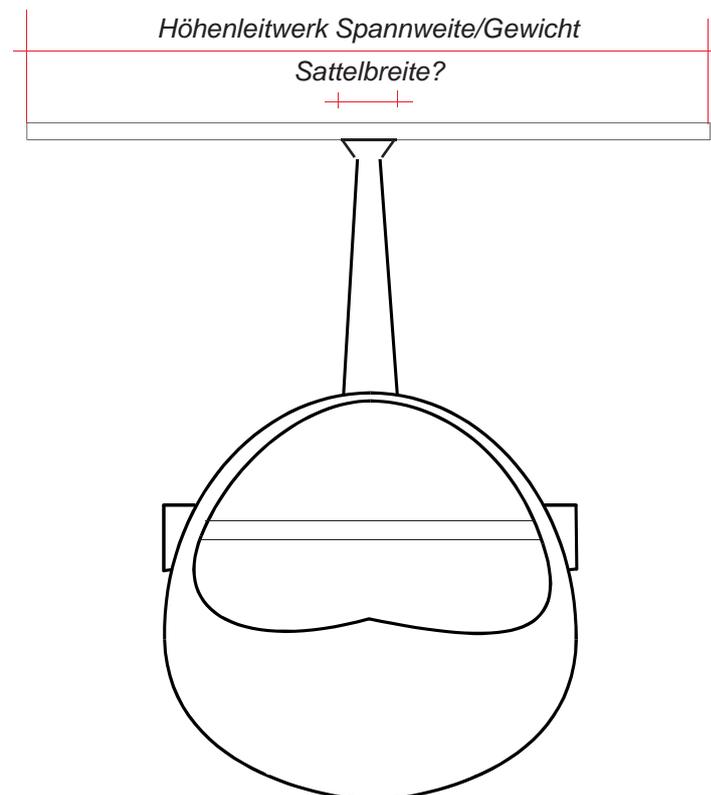
Polyamid Pan-Head Schraube M6. die Form des Schraubenkopfs ist wichtig.



Bei zu schmalen Auflagesattel wird praktisch bei jeder Landung der Kopf abgesprengt, was auch nicht erwünscht ist. Da hilft dann etwas aufspachteln der Sattelbreite.

Wenn die Sattelbreite stimmt, wird nur bei harten Landungen der Kopf abgesprengt und der Rest der Schraube kann am vorstehenden Stummel leicht gefasst und herausgedreht werden. Notfalls einen kleinen Schraubenzieher heiss machen und in den abgebrochenen Schraubenstummel stecken, abkühlen lassen und nun herausdrehen.

Die oft im Schwanzbereich nachträglich eingeklebten Verstärkungen bringen nichts, ausser zusätzliches Gewicht. Genau das können wir aber hier überhaupt nicht brauchen. Alles was hinter dem Schwerpunkt liegt, muss so leicht wie möglich gebaut werden, dies gilt vorallem für das Höhenruder bei T-Leitwerken.



Tragflächen-Steckung

Bei Modellflugzeugen werden die Tragflächen vorwiegend mittels Rundstäben oder bei fertigen Modellen mittels vierkant an den Rumpf gesteckt.

Der besseren Handlichkeit wegen werden diese nicht fest im Rumpf eingebaut, sondern durch ein im Rumpf eingeklebtes Rohr gesteckt.

Bei kleinen Fliegern ist das sicher richtig. Bei grösseren Modellen sollten wir uns aber eher an den mantragenden Vorbildern orientieren. Hier gibt es aber kein einziges mit einer solchen Konstruktionsart.

Diese Art der Flächenbefestigung zeigt vor allem ihre schwache Seite, wenn Faserverbund-Rundstäbe, also Glas- oder Kohlefaserstäbe (Carbon) als Steckung verwendet werden, denn der scharfe Uebergang vom Rumpf zur Fläche wirkt wie eine Sollbruchstelle.

Das sollte man vermeiden und konstruktiv so lösen, wie es sich bei den grossen Brüdern bewährt hat.

Also, das idealste wäre, wenn die ganze Tragfläche aus einem Stück bestehen würde. Da dies aus Transportgründen nicht möglich ist, wird der Holm in der Mitte geteilt und beim Montieren mittels Holmverbinder wiederum zusammengesetzt. Bei den Mantragenden funktioniert das so, dass aus beiden

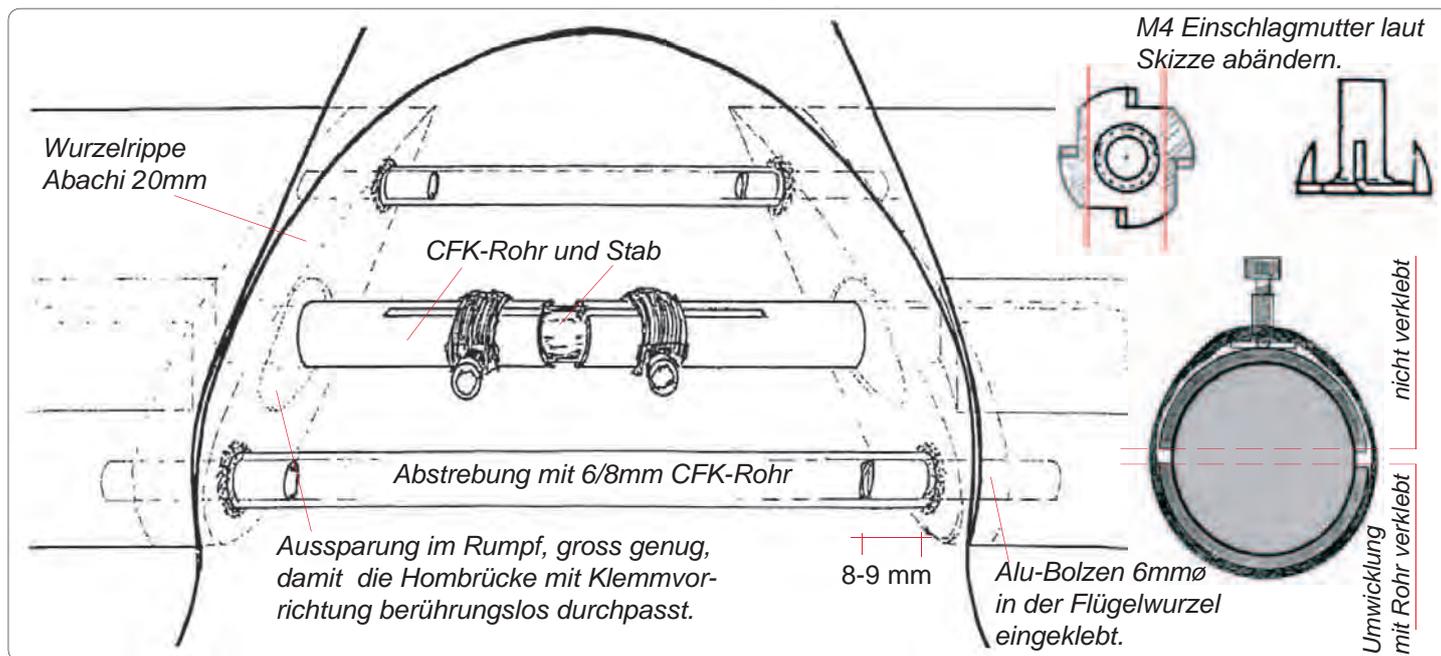
Flächen ein Holmstummel herauschaut, welcher in die jeweils andere Flächenhälfte gesteckt wird. Die beiden Holmstummel werden dann mittels Verschraubung oder Bolzen zusammengehalten. Es entsteht also quasi wiederum eine ganze Tragfläche, unabhängig vom Rumpf.

Der Rumpf wird lediglich an vier Bolzen dazwischengehängt und zwar berührungslos und unabhängig von der Holmbrücke. Dadurch wird diese auch nicht durch Schläge bei Landungen belastet, sondern kann sich auf das konzentrieren wofür sie auch konstruiert ist, nämlich auf das Verbinden der beiden Flächenhälften zu einem statisch ganzen Biegeträger.

Das ist bei allen mantragenden Segelflugzeugen so gelöst und niemand käme auf die Idee, diesem System „schwimmende Aufhängung“ zu sagen, denn da schwimmt nichts.

Bei dem Modellfliegern hat sich dieser Begriff aber fälschlicherweise eingebürgert (War mal eine MPX-Werbeidee) und gibt dem Ganzen einen, meiner Meinung nach, etwas „schwimmenden“ und abwertenden Beigeschmack, und das hat dieses System nicht verdient.

Die Giotto-Familie und bei vielen meiner Kollegen sind nur solche Steckungen eingebaut und haben sich vielfach über Jahrzehnte bewährt.



Beispiel einer für Kohlerundstäbe optimierten Steckung:

In den Tragflächen wird ein laut Skizze geschlitztes (Schlitz ca. 50mm lang) CFK-Rohr mit der entsprechenden V-Form eingeklebt.

Anschliessend wird die eine Rohrhälfte und die beiden Schlitzte mit Trennmittelpaste bestrichen resp. gefüllt. Nun wird mit einem Epoxydharz getränkten Carbonroving-Wickel eine laut Zeichnung abgeänderte M4-Einschlagmutter auf der mit Trennmittel behandelten Rohrhälfte festgeklebt (kein 5-Min-Epoxy verwenden). Nach der Härtung kann nun mit einer M4-Imbusschraube oder M-4 Rändelschraube das CFK-Rohr grossflächig auf der Holmbrücke, ohne jegliche Kerbwirkung, festgeklemmt werden.

Achtung!

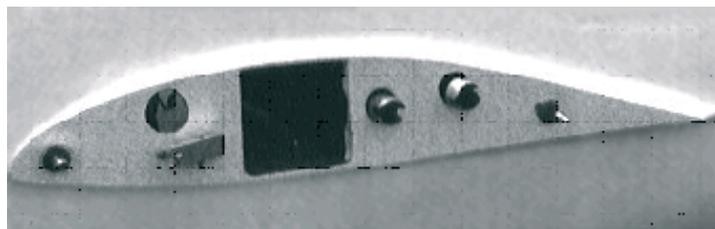
Zeichnung und Text genau beachten. Kein Loch bohren. Die Schraube drückt lediglich auf die obere, nicht festgeklebte, Halbschale und nicht auf den Rundstab!

Die Schrauben dürfen nur ganz leicht von Hand festgezogen werden. Das genügt völlig, da eine sehr grosse Fläche „klemmt“!

Auch das funktioniert seit Jahren einwandfrei. Der Nachteil ist lediglich, dass bei beiden Flächenhälften immer ein Rohrstummel von 50-70mm vorsteht, was aber im praktischen Betrieb noch nie gestört hat.

Selbstverständlich wäre auch bei Modellen eine originalgetreue Verbindung mittels Holmstummeln und Bolzen möglich. Das erfordert aber einen immensen Bauaufwand und ergibt Probleme, weil Modellrumpfe im Verhältnis zu Originalrumpfen wesentlich grösseren Belastungen ausgesetzt sind und sich bei jeder Landung entsprechend stark verformen. Es macht dabei keinen Sinn, den Rumpf mit Spanten verstärken zu wollen. Die Energie des Landestosses ist trotzdem vorhanden und muss irgendwo vernichtet werden. Wenn sich der Rumpf also nicht verformen kann, dann bricht er! Eine Flächensteckung die etwas nachgeben kann, ist deshalb für unsere Belange besser geeignet.

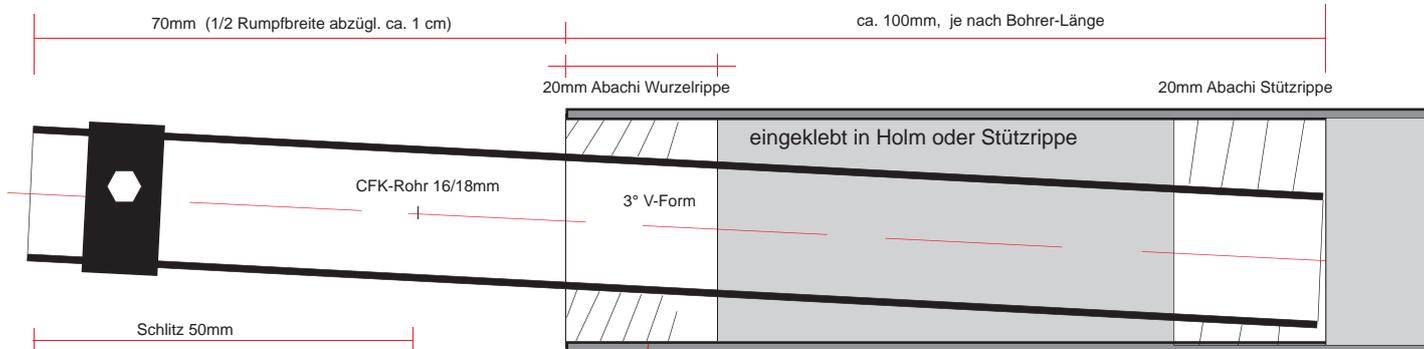
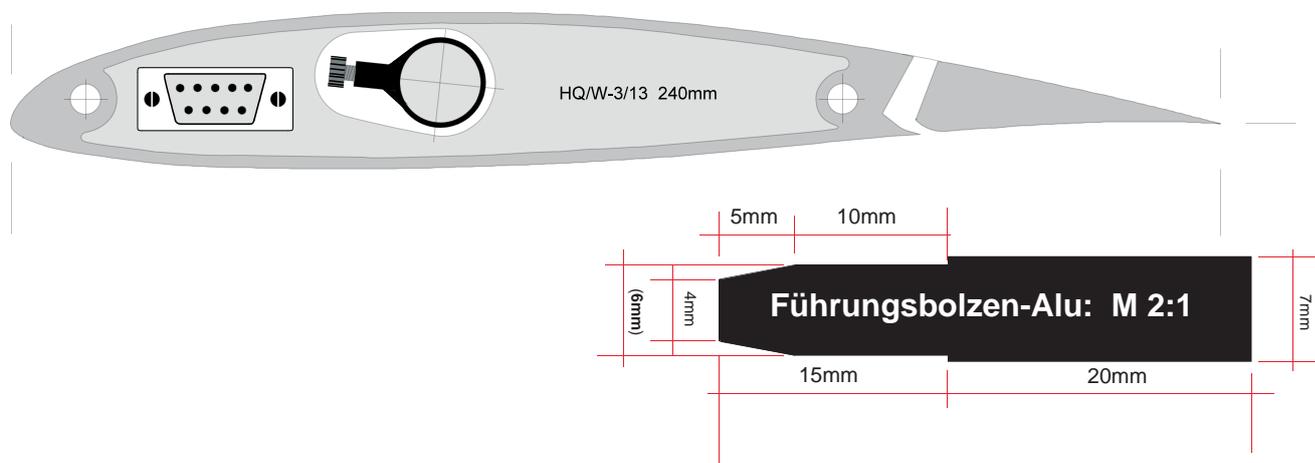
Für CFK- oder auch GFK-Steckungen ist eine solche Bauart unerlässlich. Faserverbundbauteile haben nämlich exzellente Eigenschaften in Bezug auf Zug- und Druck in Faserrichtung, Scherbelastungen quer zu den Fasern lieben sie aber über-



Als Vergleich, Original-Flächenanschluss DG 800

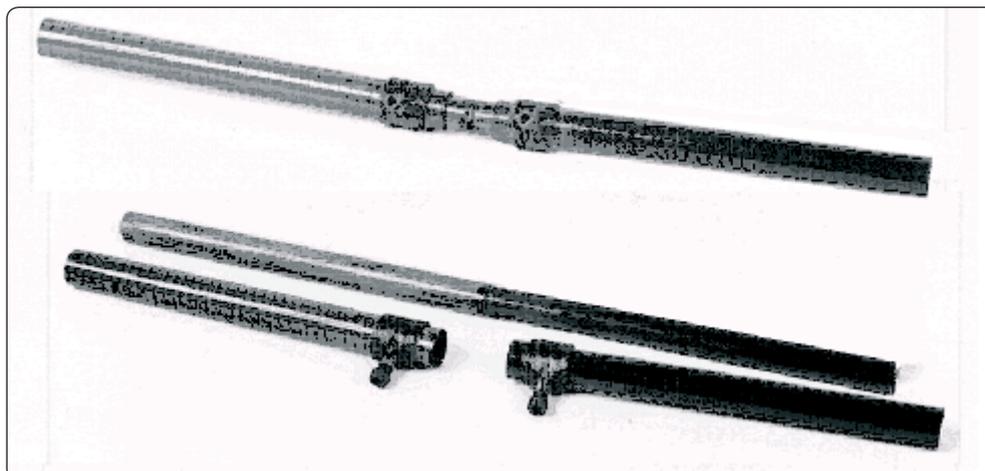
haupt nicht. Deshalb ist es wichtig, dass die Holmbrücke keine unnötigen Schläge und Scherbelastungen aufnehmen muss, sondern nur auf Biegung belastet wird, was letztlich Zug- und Druckkräfte sind.

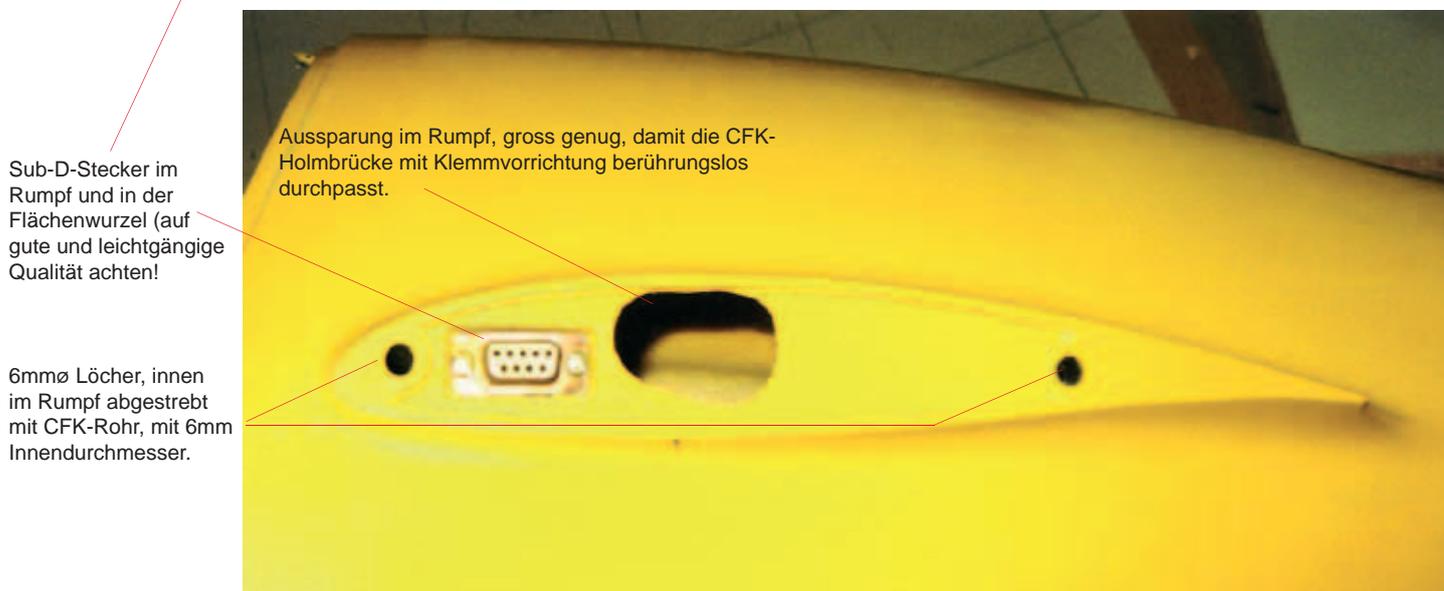
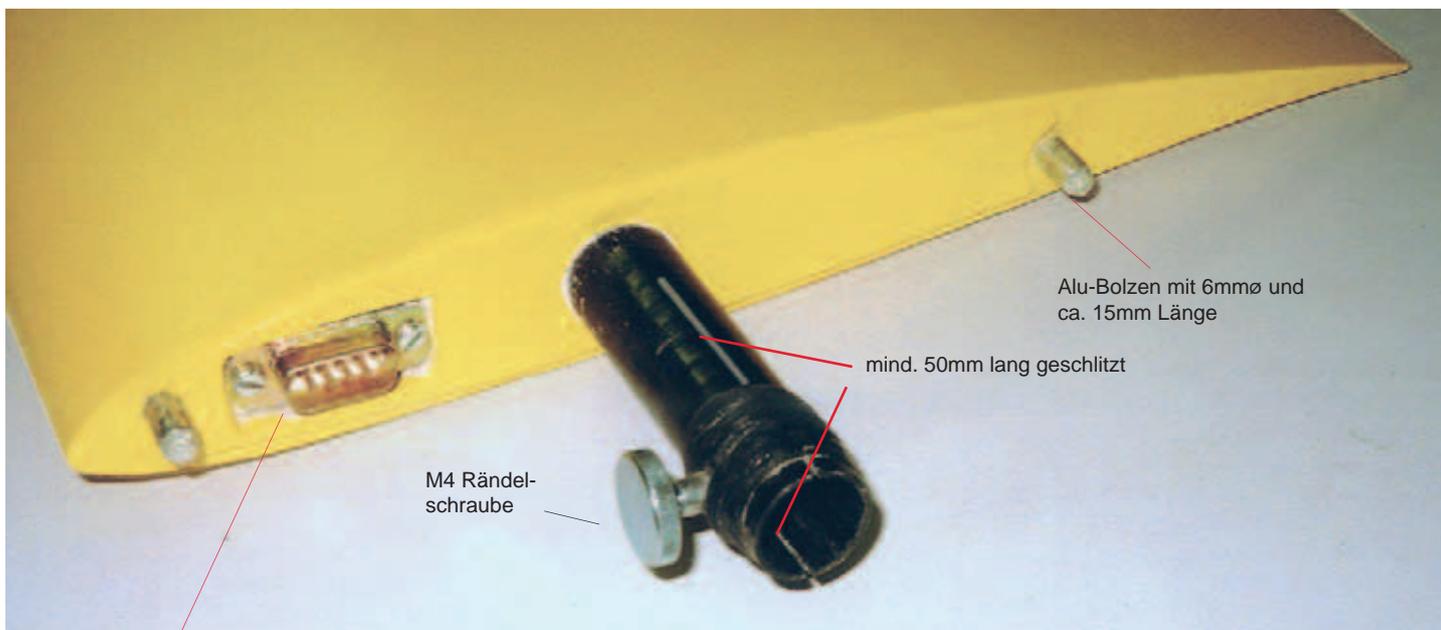
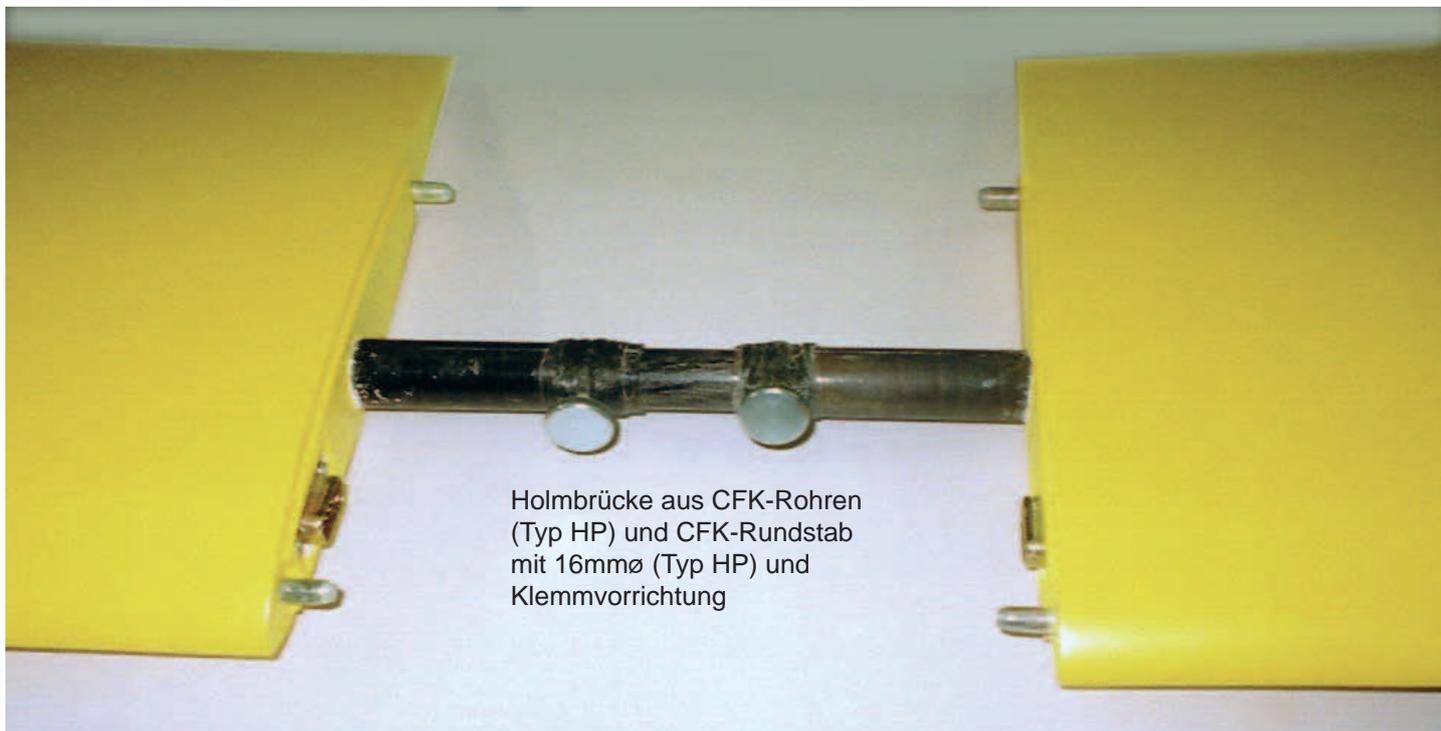
Wer also den Vorteil von Faserverbund-Holmbrücken nutzen will, soll sich tunlichst darum bemühen, den Rest darumherum auch richtig zu konstruieren.

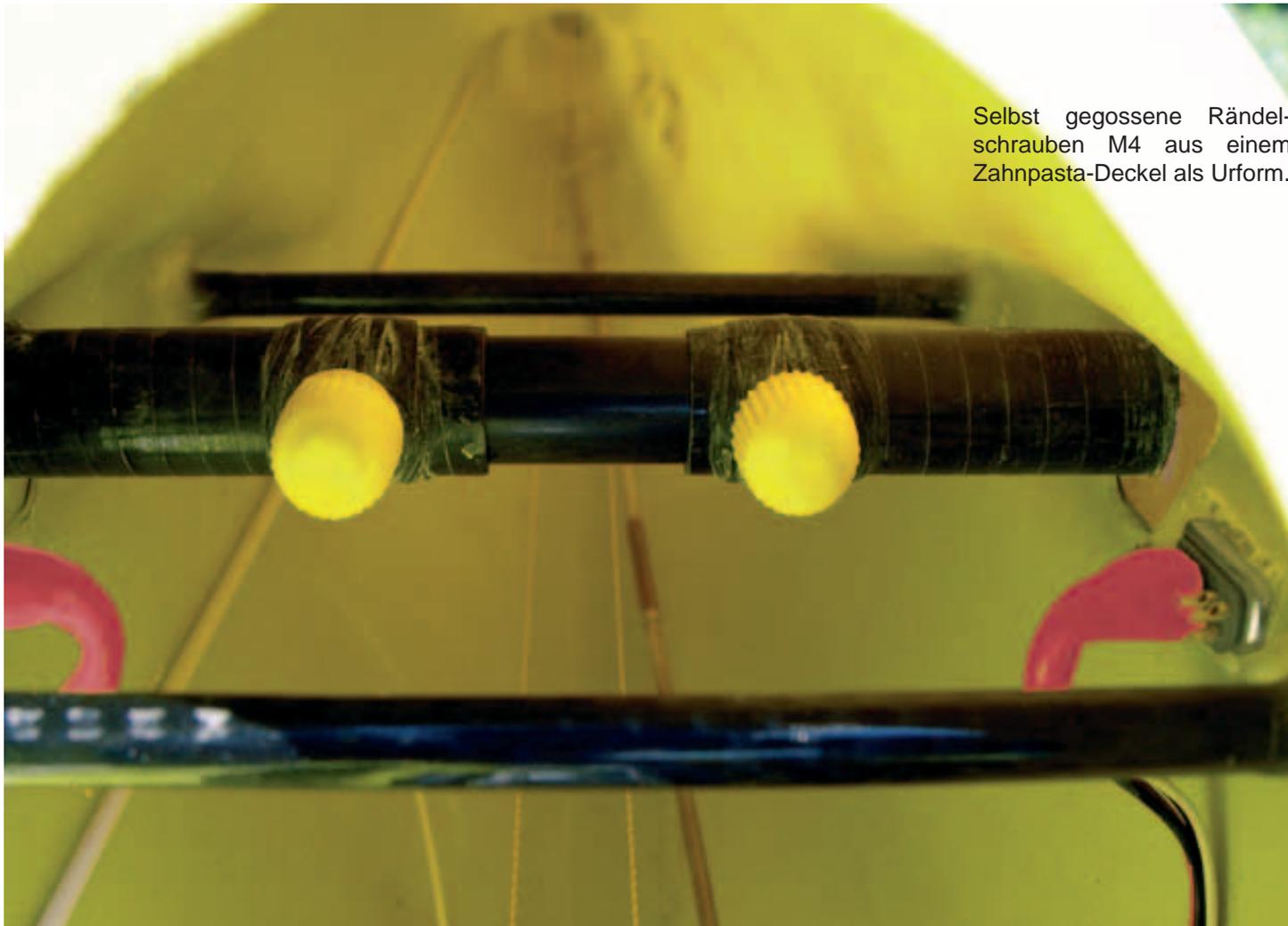


Die Beplankung mit Abachi, Glas etc. muss über die Wurzel- und Stützrippe geklebt werden!

Auf dem Bild zwei Holmbrücken, fertig vorbereitet für den Einbau. Vor dem Einbau müssen die beiden offenen Rohrenden verschlossen werden, damit kein Klebstoff eindringen kann.







Selbst gegossene Rändel-schrauben M4 aus einem Zahnpasta-Deckel als Urform.



Styro/Abachi Tragflächen:

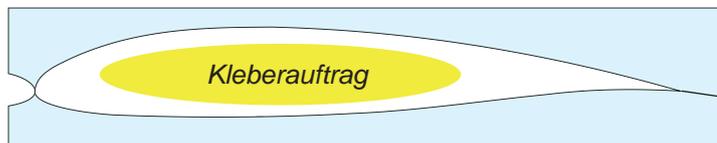
Hier die einfachste Form, ohne Holm. Wird heute kaum noch gebaut, ich weiss, die ersten Giottos hatten aber alle eine solche Fläche und fliegen noch heute ohne Probleme.

Das Prinzip ist aber immer dasselbe und deshalb ist hier mal die einfachste Form beschrieben.

Der Styrokern wird mit Profilmase geschnitten, so wie es die meisten Hersteller von geschnittenen Flächen tun.

Es muss also nachträglich keine Nasenleiste angeklebt werden. Selbstverständlich kann dieser Kern mittels heissem Draht auch selber geschnitten werden. Wer da allerdings keine grosse Erfahrung hat, lässt das besser durch einen Schneideservice machen.

Falls die Fläche aus mehreren Segmenten besteht, werden diese vorgängig mit 5-Min. Epoxy zusammengeklebt und zwar sowohl die Schalen wie der Kern. Es ist dabei unbedingt darauf zu achten, dass an der Schnittfläche kein Kleber austritt. Es wird nur in der Mitte der Klebefläche etwas Kleber aufgetragen.



Vom Styro-Kern werden an der Wurzelseite 20mm abgeschnitten und durch eine 20mm Dicke Wurzelrippe aus Abachiholz ersetzt und direkt an den Styro-Kern geklebt.

Diese Wurzelrippe wird gleich im Doppel ausgesägt (aufeinander legen und mit zwei dünnen Nägeln fixieren) und gebohrt. Das machen wir nach der gleichen Schablone wie auch schon die Wurzelrippe am Urmodell gemacht wurde. Die beiden Löcher für die Arretierungsbolzen werden gleich in der richtigen Grösse gebohrt, bei der Steckung wird nur im Zentrum ein 2mm Loch gebohrt. Jetzt haben wir zwei identische Wurzelrippen.



Die Stützrippe, im Nasen- und Endleistenbereich etwas gekürzt, besteht ebenfalls aus 20mm Abachi und wird ca. 10-12cm von der Wurzel her, ebenfalls in den Styro-Kern geklebt. (10-12cm, weil normalerweise keine längeren Dübelbohrer erhältlich sind!)

Gewebelagen 80gm² Glas

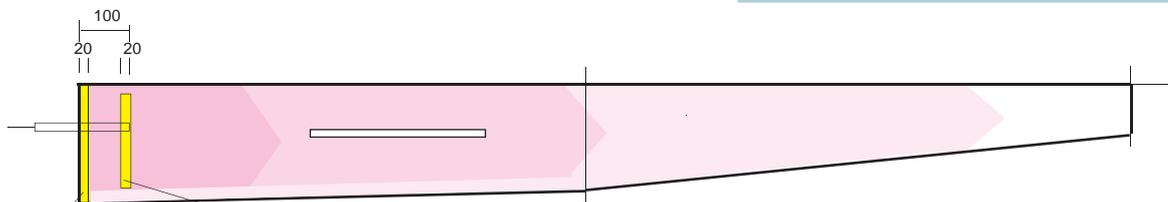
mit Vorzug in Kettrichtung Art. Nr. 7502.2525

1x fast ganze Flächenlänge

1x bis ca. 100cm, oder etwas über den Querruderansatz

1x bis ca. 35cm

Im Endleistenbereich (2-3cm) zusätzlich eine Lage!



Wurzelrippe und Stützrippe aus 20mm Abachi.

Nun wird die untere Beplankung exakt auf Format geschnitten, d.h. die Nasenleisten-Kontur muss genau stimmen, die Endleisten-Seite darf etwas länger sein, in der Regel solange wie das Styro-Bett.



Die Beplankung wird nun mit Klebeband auf dem unteren Styro-Bett so fixiert, dass die Nasenleistenkontur exakt stimmt. D.h. die untere Beplankung muss im Nasenbereich dort enden, wo die Mitte der Nasenleiste ist, oder andersrum gesagt, sie muss exakt mit der Schneidekante des unteren Styro-Bettes bündig sein. Am Tragflächenkern wird nun an der Nase etwa 1 mm abgeschliffen, damit genügend Platz für einen harzgetränkten Glas-Roving vorhanden ist.

Nun wird auf die untere Beplankung mit einem Moltoprenroller Epoxydharz-L aufgerollt und die gewünschten Gewebelagen aufgelegt.

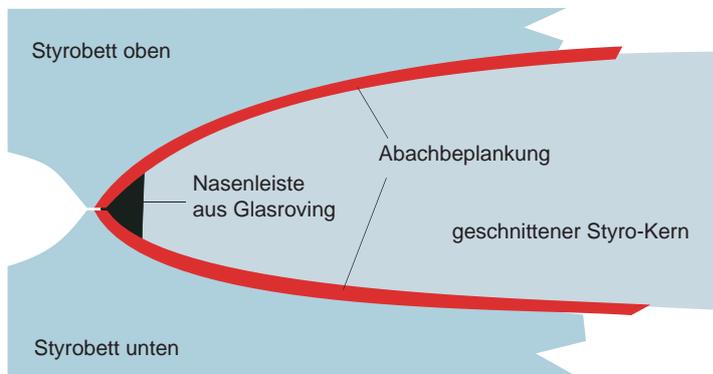
Wenn das Harz leicht eingefärbt wird, (auf einen Mischbecher nur eine Messerspitze rote Farbpaste) kann die Harzmenge exakt kontrolliert werden. Die dunkleren Stellen haben zuviel Harz, die ganz hellen zuwenig.

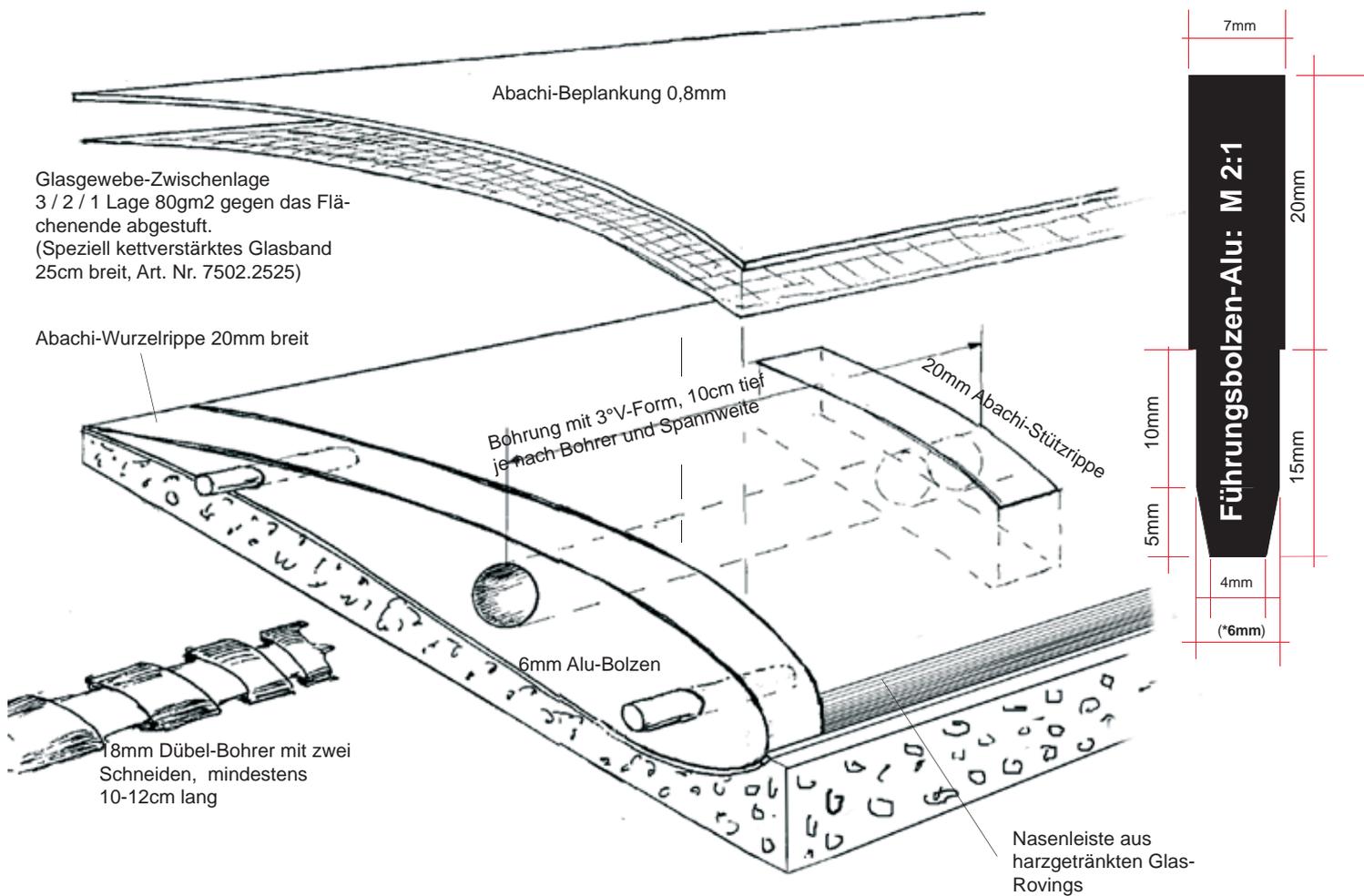
Nun wird der Kern auf die untere Beplankung, (resp. das Laminat) aufgelegt und mittels Stecknadeln fixiert. (Achtung, die Nadeln dürfen später den Vakuum-Sack nicht verletzen!) Auf einem Stück Plasticfolie werden nun 2-3 Glas-Roving mit Harz getränkt und dann vorne an die Nasenseite des Styrokerns gepappt.

Nun wird die Kern-Oberseite mit Harz versehen, mit Gewebe belegt, mit Harz getränkt und die obere Abachi-Beplankung **mit** der Oberschale, analog der Unterseite, aufgebracht und mit Klebeband fixiert.

Das ganze Paket wird nun inklusive einem ebenen Brett in den Folienschlauch geschoben, beidseitig verschweisst und mit ca. 0,2 bar (20% Vakuum) gepresst. Der Unterdruck darf nicht höher sein, sonst wird der Kern zusammengedrückt! Nach der Aushärtung wird die Endleiste auf das exakte Format geschnitten und die Nase verschliffen.

Analog wird jetzt die zweite Fläche genau gleich beplankt.



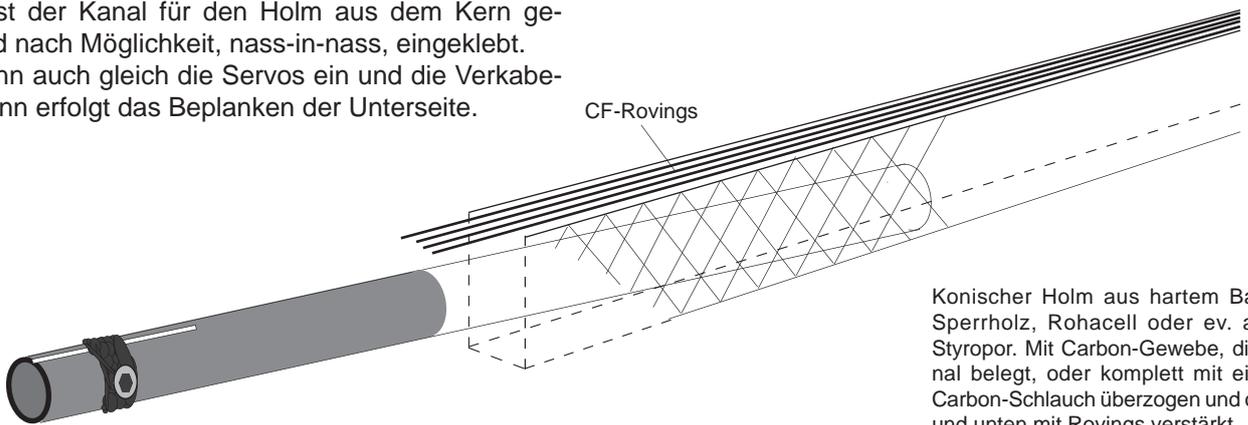


Jetzt bohren wir laut obiger Skizze ein Loch mit dem entsprechenden Durchmesser (ein 2mm Loch haben wir ja bereits vorgebohrt!) und der entsprechenden V-Form sowohl durch die Wurzelrippe und die Stützrippe. Nun werden die CFK-Rohrstummeln der Flächenbefestigung auf der Flächenseite verschlossen und mit einem Gemisch aus Epoxydharz und Baumwollflocken in die Bohrung geklebt. (Achtung, auf Stand der Schraube achten.)

Die Flächen werden anschliessend mit 49gm² Glas und Epoxydharz, genau nach Anleitung Nr. 900.1001 überzogen, geschliffen und lackiert. Der Lack wird anschliessend mit 1200er Papier nass angeschliffen und dann poliert. Das Nass-Schleifen geschieht übrigens auf einem normalen, mit Plastik abgedeckten Tisch. Ein Schwamm und ein paar Tropfen Wasser genügen. Solche Flächen können optisch nicht von einer Schalenfläche unterschieden werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, einen Holm einzubauen. Dann empfiehlt es sich aber, dass die obere und untere Beplankung separat, also in zwei Arbeitsgängen verklebt wird. Ich verklebe meistens zuerst die obere Beplankung, wobei dann im Styrokern die Störklappen bereits eingeklebt sind. Nun wird erst der Kanal für den Holm aus dem Kern geschnitten und nach Möglichkeit, nass-in-nass, eingeklebt. Ich klebe dann auch gleich die Servos ein und die Verkabelung. Erst dann erfolgt das Beplancken der Unterseite.

Hier sind allerdings verschiedene Möglichkeiten gegeben und auch die Konstruktion und der Einbau des Holmes können auf verschiedene Arten gemacht werden. Auf 10 Fragen erhält man hier vermutlich 10 verschiedene Antworten.



Konuscher Holm aus hartem Balsa, Sperrholz, Rohacell oder ev. auch Styropor. Mit Carbon-Gewebe, diagonal belegt, oder komplett mit einem Carbon-Schlauch überzogen und oben und unten mit Rovings verstärkt. .

Formel für das Dimensionieren eines Balsa/CFK-Holmes.

In Anlehnung an die modernen Holmkonstruktionen grosser Segelflugzeuge werden zunehmend auch im Modellbau carbonfaserverstärkte Holme verwendet.

Dip.-Ing D. Altenkirch hat für die Dimensionierung, resp. für die Ermittlung der Anzahl Rovings, folgende **Formel** entwickelt: Für den Holm dient eine ca. 10mm breite Balsaleiste, deren Höhe der jeweiligen Profildicke, abzüglich der Dicke der Beplankung und abzüglich ca. 1mm für die CFK-Rovings, entspricht. Der Holm sollte zum Flügelende hin verjüngt werden (also auf ca. 6-8mm Breite auslaufend).

Parallel zu dieser Verjüngung sollte die Anzahl der Rovingstränge gegen aussen abgestuft, vermindert werden. Die errechnete Anzahl ist nur im Wurzelbereich wichtig.

Formel:

Anzahl der Rovings (Carbonroving 24K) = **1,5x**

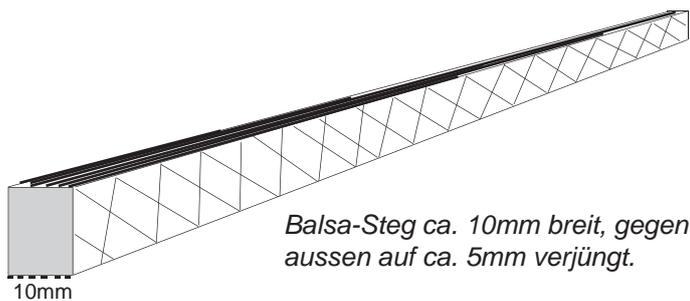
- Lastvielfaches (n) = 10
- Modellmasse (m) in kg (Fluggewicht des Modells)
- Spannweite (b) in m
- Profilhöhe (h) in mm

$$\frac{\text{Lastvielfaches} \times \text{Modellmasse} \times \text{Spannweite}}{\text{Profilhöhe}} = 1,5x$$

Beispiel-Rechnung mit dem „Giotto“:

- Modellmasse = 4.2 kg
- Spannweite = 4.28 m
- Profilhöhe = 31.2 mm
- Lastvielfaches = 10

$$1,5x = \frac{10 \times 4.2 \times 4.28}{31.2} = 8,64$$



Ergebnis:

Es müssen im Flügelwurzelbereich (aufgerundet) 9 Rovings für den Obergurt und die gleiche Anzahl für den Untergurt verwendet werden, um für das hohe Lastvielfache n = 10 eine ausreichende Festigkeit zu erhalten.

(Dies gilt für einen Roving 24K (24'000 Filamente). Bei einem Roving 40K würden demnach etwa die Hälfte, also 5 Stk. genügen und bei einem Roving 12K würden 18 Stk. benötigt.) Die Zahl für das Lastvielfache kann selbstverständlich dem Modellzweck angepasst werden. 10-12g ist etwa im F3B Bereich. Für eine Modellauslegung wie beim Giotto würde ein Lastvielfaches von 5g absolut genügen.

Wie aus dieser Rechnung ersichtlich, braucht es selbst bei einem Lastvielfachen von 10g, nur ein paar wenige Rovings.

Mögliche Beispiele einer Holmkonstruktion.

Die Bilder stammen allerdings nicht vom Giotto sondern sie sind geklaut, weiss aber nicht mehr wo.





Die Styropor-Kerne werden zum Bepanken vorbereitet. Der Holm so wie Kabel, Störklappen und Servos eingelegt und dann allfällige Ueberstände mit Moltofil (nicht aus der Tube!) gespachtelt und dann geschliffen.

Mit Vakuum-Pressen

Schweissen von PE-Foliensäcken

Wenn wir den atmosphärischen Druck für die Herstellung von Modellbauteilen verwenden wollen, müssen wir uns eine Vakuum-Pumpe besorgen und die Teile in einem luftdichten Vakuum-Sack evakuieren.

Vor allem Tragflächen in der bekannten Styro-Apachi Bauweise werden so hergestellt. Das Verfahren eignet sich aber auch zum Pressen von Laminaten für viele andere Bauteile.

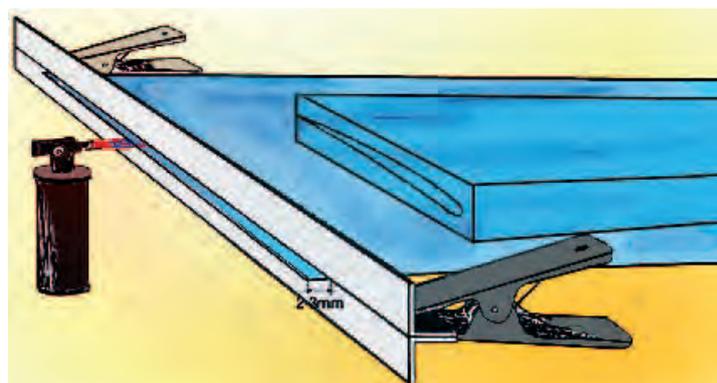
Das Erzeugen eines richtig dosierten Vakuums funktioniert allerdings nur, wenn die Vakuum-Säcke 100% luftdicht sind. Das luftdichte Verschiessen bereitet jedoch vielen Modellbauern Mühe.

Alle Versuche mit Klebstoffen, Klebebändern etc. schlagen irgendwann fehl und viele Flächen sind schon in den Mülleimer gewandert, weil während der Aushärtung der Sackverschluss undicht wurde. Viele Flächen montieren aber aus demselben Grund auch erst in der Luft ab, was noch ärgerlicher ist.

Einen wirklich luftdichten Verschluss, der sich auch nach längerer Zeit nicht löst, ist das Verschweissen. Das ist mit PP- oder PE-Folien (Baufolien) und dem R&G Folienschlauch problemlos auch ohne Schweißgerät möglich.

Als Gerätschaft brauchen wir lediglich einen Lötbrenner mit einer kalten Flamme (blaue Flamme) oder einen Heissluftföhn und 2 Aluwinkel, Eisenwinkel oder Notfalls auch Holzlatten. Die zu schweisende Folie wird nun so zwischen die Aluwinkel eingeklemmt, dass noch ca. 2-3mm vorstehen. Andernfalls kann die Folie auch bis auf 2-3mm abgeschnitten werden. Dieser Ueberstand wird nun verschweisst.

Die Aluwinkel dienen lediglich dazu, dass die Hitze von der übrigen Folienfläche abgehalten wird. (Notfalls geht es auch mit dem Feuerzeug, nur gibt das unschöne, schwarze Schweißnähte!) Mit diesem System können auch grosse Säcke aus normaler Baufolie geschweisst werden!





Vakuumpumpe mit Feinregulierkopf



Schlauchanschluss für Vakuumsack



Vakuumsack mit Schlauchanschluss und Bleeder-Streifen für den Luftfluss.



Zum Vakuum-Pressen wird immer ein Brett in mit der gleichen Grundfläche wie der Tragfläche geschnitten. Auf diesem Brett werden die einzelnen Styropor-Segmente positioniert und fixiert.

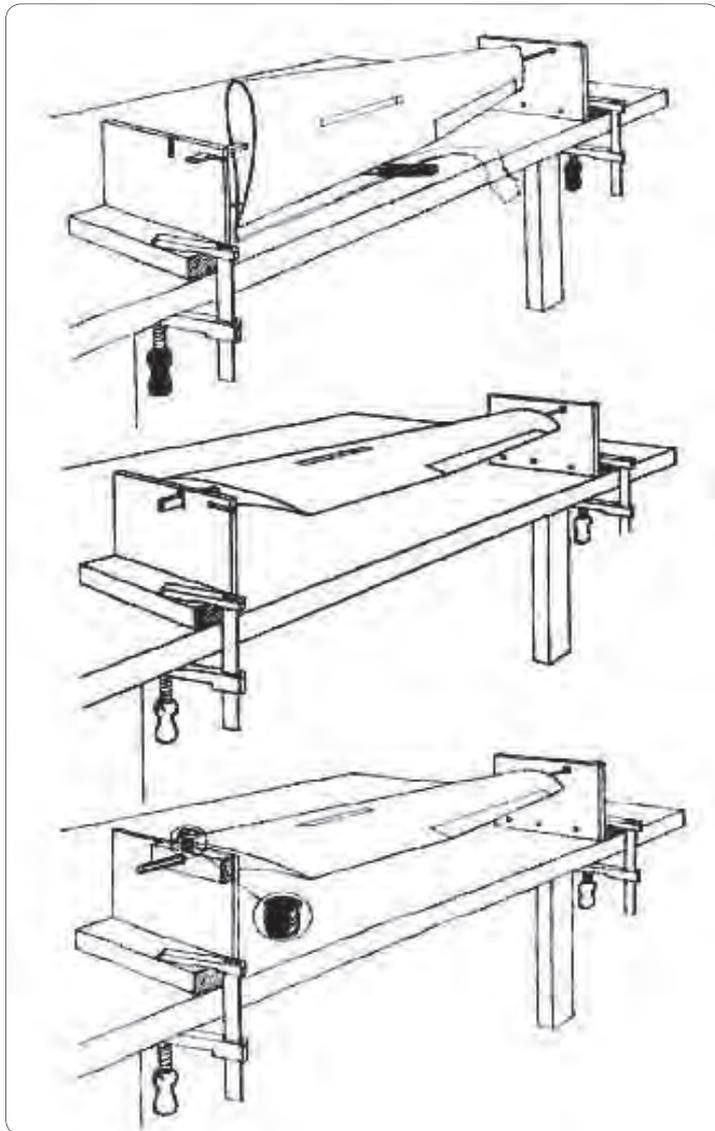
Dann wird das ganze Brett, inkl. Styropor-Negativ, Flächenkern und Styropor-Deckel in den Vakuum-Sack geschoben. Der Unterdruck darf höchstens 0.2 - 0.3 bar betragen, sonst wird der Styropor flach gedrückt und vom schönen Profil beilbt lediglich eine flache Flunder übrig!

Der Schlauchanschluss wird am besten auf den Styropor-Deckel gelegt, damit der Luftfluss gewährleistet ist. Es ist aber auch möglich, einen Bleeder-Streifen o.ä. vom Schlauchanschluss bis zum Werkstück zu legen, damit die Luft gut fließen kann.

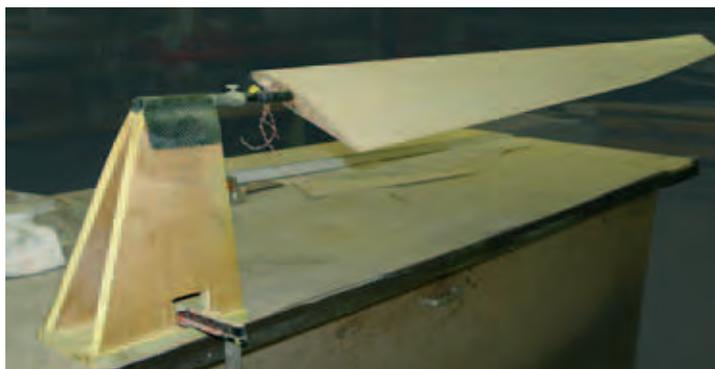
Flächen-Helling

Auf dieser einfachen und praktischen Helling werden alle Arbeiten an der Tragfläche ausgeführt.

Schleifen, allenfalls Nasenleiste anbringen, Bügeln, Beschichten, Spritzen, Klappen und Servos einbauen, Ruder anbringen etc.



In das Flächenende wird ein ca. 4-5mm Stahldraht gesteckt und damit die Fläche gelagert. Das Loch wird erst ganz am Schluss, nach dem Lackieren und Polieren, mit einem Tropfen Spachtel verschlossen. Die Halterung auf der Rumpfseite muss der Flächenbefestigung entsprechend gebaut werden. Eine solche Helling erspart viel Ärger und ungewollte Beulen in den Tragflächen, die man sonst auf dem Basteltisch holt.

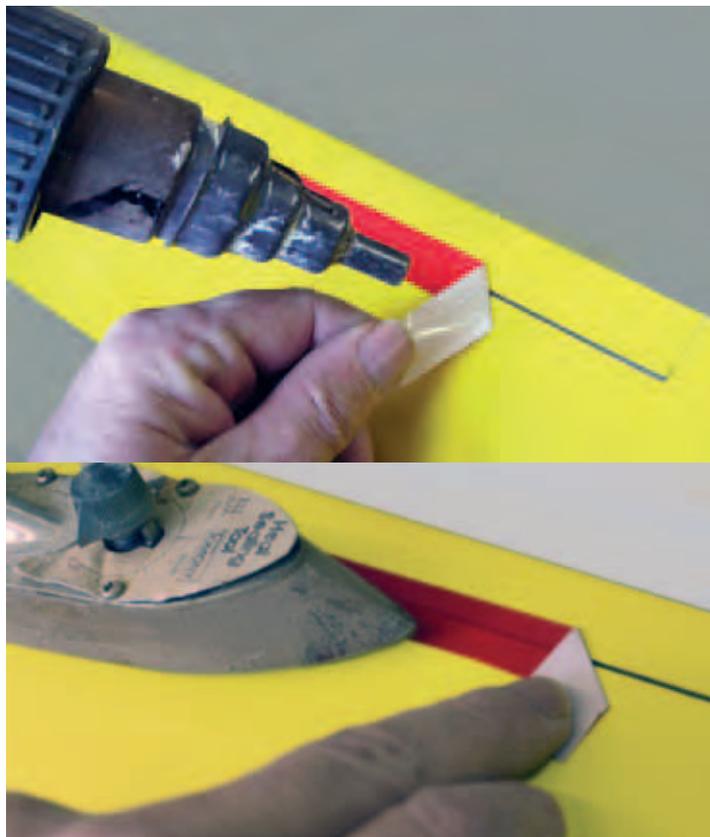


Querruder- und Wölbklappen-Scharniere

Auf hier gibt es die verschiedensten Möglichkeiten und Vorlieben. Die besten Erfahrungen habe ich im Laufe der Zeit mit Silikon-Scharnieren gemacht und die Giotto's, Giottolino's und Giottolissimo's sind heute alle mit Silikon-Scharnieren ausgerüstet, und das auch beim Höhenruder.

Wichtig ist hier die Verwendung des richtigen Silikons und die Breite und Menge des Silikon-Auftrags.

Hier gibt es auf unserer Webseite eine genaue Anleitung unter „Silikon-Ruderscharniere“.



Was zum Abziehen immer hilft, ist ganz vorsichtiges Erwärmen des Klebebandes, resp. des Klebers!

Ein Präzisions-Gerät gehört in ein Präzisions-Etui!

Eine einfache Kiste aus billigstem **Pappel-Sperrholz** tut es aber auch. Dabei ist wichtig, folgende Dinge zu beachten:

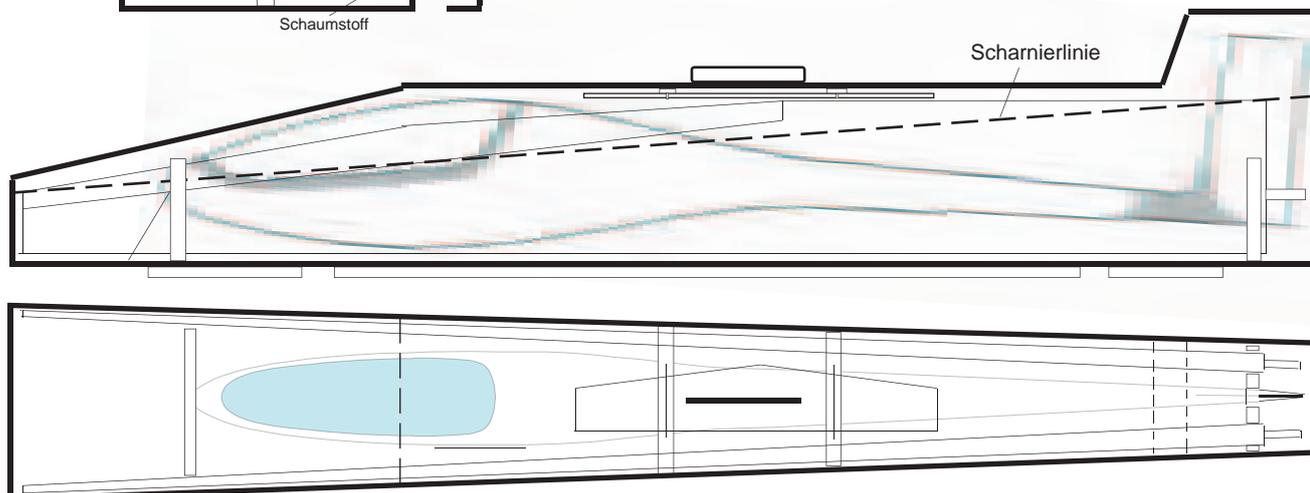
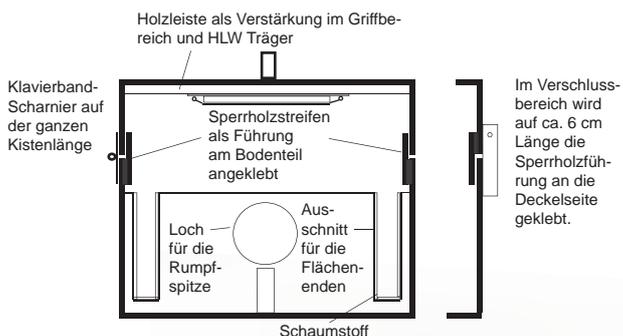
- Die Kiste muss so klein und handlich wie möglich gebaut werden. Kisten für mehrere Flieger bewähren sich nicht.
- Für den Bau eignet sich nur weisses Pappel-Sperrholz 4mm
- Die Kiste wird geschlossen gebaut und erst nach dem trocknen des Klebstoffes aufgetrennt.

Der Flieger wird auf einen Tisch gestellt und mit Abdeckband fixiert. Nun können die Abmessungen, resp. der Seitenriss und der Aufriss abgenommen werden. Nun wird der Boden, die beiden Seitenteile, sowie Front- und Heckstück mit dem Balsamesser und einer Aluschiene zugeschnitten. Das geht bei Pappelsperholz mit 2-3 Schnitten problemlos und wird, im Gegensatz zu einem Sägeschnitt, immer gerade. Die Teile werden nun stumpf mit Weissleim zusammengeklebt und mit Abdeckband bis zum Trocknen fixiert. Nach dem trocknen kann der Flieger eine erste Probesitzung abhalten. Wenn etwas nicht passt, kann jetzt noch korrigiert werden. Dann werden die Masse für das Deckblatt direkt an der noch oben offenen Kiste abgenommen und auch stumpf aufgeklebt. Dann wird die Kiste auf die Seite gelegt und die Scharnierlinie angezeichnet. Auf diese Scharnierlinie wird nun ein Klavierband-Scharnier mit ein paar Schrauben fixiert und gleich wieder entfernt (Holz, Senkkopf 2,6x7). Nun wird diese Linie mit dem Balsamesser aufgeschnitten und das Scharnier endgültig angeschraubt. Die paar vorher gemachten Schraubenlöcher dienen als Passung. Erst jetzt wird der Rest des Deckels mit dem Messer abgeschnitten. Ein solcher Deckel passt immer, auch wenn die Kiste etwas schief geraten ist!

Auf der Innenseite der Trennstelle werden nun ringsum Sperrholzstreifen (billig erhältlich als Sperrholz-Federn) laut Skizze angeklebt. Gleichzeitig werden alle Innenkanten und Klebestellen zusätzlich mit einer zünftigen Raupe Weissleim ausgestrichen. Eckleisten etc. sind nicht nötig und bringen nur Gewicht. Auf der Frontseite werden 3 Verschlüsse angebracht. (TAC Schnellverschluss Nr. 2) Immer dort wo ein Verschluss angebracht wird, muss die Sperrholzfeder auf ca. 6cm entfernt und dafür ein gleiches Gegenstück an der Deckel-Innenseite angebracht werden.

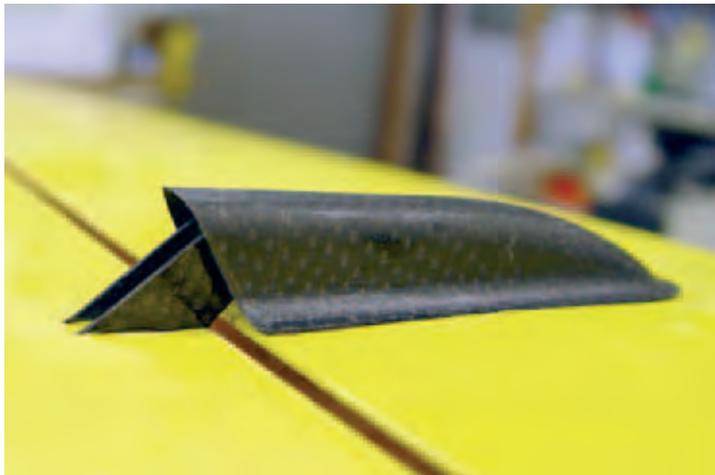
Der Traggriff wird erst montiert, wenn die Kiste gefüllt und der Schwerpunkt gefunden ist. Zur Verstärkung des Deckels, dort wo der Traggriff montiert wird, werden innen 2 Querlaufende Leisten aufgeklebt. Auf den Kistenboden können ev. noch 2 Scheuerleisten mit auf den Skiträger passenden Ausschnitten geklebt werden. Die Kiste wird nur farblos oder farbig lackiert und innen, dort wo nötig, mit selbstklebendem Schaumstoff gepolstert. (Armaflex Isolierband, 10mx50mmx3mm)

Bei Fahrten im Regen empfiehlt es sich, vorne auf die Trennlinie ein Klebband zu kleben.



Rudernanlenkung-Querruder

Doppelte CFK-Ruderhörner mit Kunststoff-Heliclips dazwischen genietet.

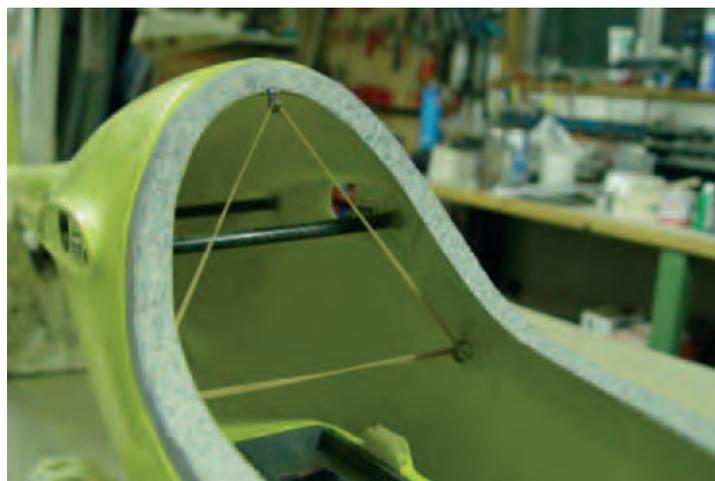


Der Haubenrahmen (rot) wird direkt auf dem fertigen Rumpf aus 3-4 Lagen 105gm² Körper/Glas laminiert, das reicht völlig.

Je leichter die Haube mit Rahmen, je weniger geht sie zu bruch.

Pilot fliegt keiner mit. Einerseits erinnert mich das immer etwas an Spielzeug und andererseits möchte ich meine technisch sauberen Einbauten zeigen. Das ist aber wiederum Geschmackssache. Vorne wird der Rahmen mit einem Dorn (3mm Alu-Niet) gehalten und hinten nur mit einem Gummiband abgespannt.

Die Bilder sind wegen der besseren Sichtbarkeit noch ohne Haube (blau) gemacht worden.



GIOTTO

segelflugmodell Masstab 1 : 3,5
konstruktion u. design by rolf suter



Giotto 428 mit Standardfläche vor dem Eiger, ...



und im Diemtigtal auf dem Turnen.



Giotto 450 mit Wölbklappenfläche und Ohren nach einem Schlepp auf dem Flugplatz.





Mittlerweile gibt es sowohl vom „Giotto“ wie auch vom „Giottolino“ die verschiedensten Varianten, mit den verschiedensten Spannweiten, ausgelegt als Akro-Flieger, als Thermik-Flieger, mit und ohne Wölbklappen und auch mit Klapptriebwerk, wie auf obigem Bild dargestellt.

Alle Typen haben sich auch im Gebirgsseinsatz bestens bewährt und werden sowohl von Jung und Alt bestaunt!



Der „Giottolino“ ist grundsätzlich der gleiche Flieger mit demselben Design, also der kleine Bruder des „Giotto“.

Der Massstab ist hier zu einem 15m Flieger 1: 4, was beim Modell 375cm Spannweite ausmacht. Also eine handliche Grösse für alle schwierigen Fälle z.B. bei schwierigen Landeverhältnissen, kleinem Luftraum am Hang etc. oder wenn man älter wird und die Tragfähigkeit des Piloten langsam abnimmt.

Selbstverständlich musste der Urformenbau, Formenbau u.s.w. wiederum genau gleich gemacht werden wie beim Giotto. Etwas heiss baden und einlaufenlassen funktioniert leider nicht, alles neu macht der Mai!



