

Canard-Eigenbau Flügelkonstruktion

von Hans Ulrich Stalder

in Bearbeitung

Diese Instruktion beinhaltet die Flügelkonstruktion und ist Bestandteil der folgenden Dokumentationen:

CFK basierter Canard-Eigenbau „Black Witch“

[http://www.quantophon.com/\\$Canard-Eigenbau-Black-Witch.pdf](http://www.quantophon.com/$Canard-Eigenbau-Black-Witch.pdf)

welche zusätzlich allgemeine Informationen enthält

und der

Aluminium basierten Canard-Eigenbau „Silver Ghost“

[http://www.quantophon.com/\\$Canard-Eigenbau-Silver-Ghost.pdf](http://www.quantophon.com/$Canard-Eigenbau-Silver-Ghost.pdf)

Die vorliegende Dokumentation beinhaltet im weiteren Hinweise zur Seiten- und Querruder-Ansteuerungen.

Hinweis:

Die beiden beschriebenen Flugzeuge sind rein theoretischer Natur. **Ein Bauen nach dieser Vorlage wird zum jetzigen Entwicklungsstand nicht empfohlen.** Es ist nicht bestätigt, dass diese Flugzeuge nach dieser Instruktion gefertigt den Belastungen stand halten, noch den Sicherheitsnormen entsprechen. Konstruktive Hinweise werden aber gerne entgegengenommen.

Inhaltsverzeichnis

Haftungsausschluss / Disclaimer.....	3
Hyperlinks.....	3
Urheberrecht / Copyright.....	3
Geschäft-Modell.....	3
1. Benötigtes Material	4
Allgemeine Anschaffungen.....	4
Werkzeug.....	4
Verbrauchsmaterial.....	4
Hauptflügel-Konstruktion	5
2. Bauvorbereitung.....	7
Sicherheitshinweis.....	7
Werkplatz einrichten	7
3. Bauanleitungen	8
Ergänzende Bilder der Arbeitsplatz-Einrichtung.....	8
Benötigtes Arbeitsmaterial	11
Flügelaufbau.....	13
Rippen-Anordnung	15
Herstellen der Rippen.....	16
Rippen-Übersicht vom Canard-Flügel.....	16
Rippen-Übersicht vom Haupt-Flügel.....	16
Rippen-Herstellung vom Haupt-Flügel.....	17
Seiten-Rippen mit Alu-Dünnband verkleiden.....	19
Ergänzende Bilder der Rippen-Herstellung.....	22
Herstellen der Flügel-Teile.....	24
Alu-Dünnband Vorarbeit	25
Ergänzende Bilder der Alu-Dünnband Vorarbeit	29
Aufziehen vom Alu-Dünnband	32
Ergänzende Bilder zum Aufziehen vom Alu-Dünnband	37
Bauanleitung für einen elektrischen Drehantrieb.....	39
Den Innenflügel mit Laminat-Harz ausgiessen.....	40
Ergänzende Bilder zum Laminat-Harz einbringen.....	43
Nachbearbeitung.....	44
Änderungen am Test-Flügel-Teil versus Instruktion.....	45
Was wird beim nächsten Flügel-Teil anders gemacht	45
Rudernsteuerungen.....	46
Quersteuer	46
Seitensteuer	46

Haftungsausschluss / Disclaimer

Für fehlerhafte und korrekte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.

Hyperlinks

Ich distanzieren mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen. Diese Erklärung gilt für alle angezeigten externen Links und für alle Inhalte fremder Seiten, zu denen in diesem Dokument sichtbare Banner, Buttons und sonstige Verweise führen.

Urheberrecht / Copyright

Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Diese Dokumentation darf kopiert und weitergeleitet werden solange keine kommerziellen Absichten dahinter stehen. Kopieren von Bildern und Text für gewerbliche Zwecke bedarf einer schriftlichen Genehmigung.

Im Zusammenhang mit einem Canard-Flugzeug, wo ersichtlich ist, dass dessen Ursprung diesen hat, sind die beiden Begriffe „Black Witch“ und „Silver Ghost“, auch in andere Sprachen übersetzt, urheberrechtlich geschützt. Eine Benutzung derselben ist für Eigenbauer frei, andernfalls bedarf es einer schriftlichen Genehmigung.

Bilder, Daten und Dokumente die in diesem Werk mit einer Quellenangabe versehen sind oder offensichtlich ist, dass diese Daten nicht der geistigen Schöpfung des Urhebers von diesem Werk entsprungen sind, sind ebenfalls ausgenommen. In den vorliegend aufgezählten Fällen gelten die Bestimmungen des Ursprungs.

Geschäft-Modell

Für dieses Projekt gibt es kein Geschäfts-Modell. Es wurde ausschliesslich für den Selbstbau privater Personen und Interessengemeinschaften ohne kommerzielle Absichten entwickelt.

1. Benötigtes Material

Allgemeine Anschaffungen

Werkzeug

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Einzel-Preis	Total Euro
1	Kleine, leicht gebogene Nagelschere für Rechtshänder	Quertierladen		10
1	Kleine, leicht gebogene Nagelschere für Linkshänder	Quertierladen		10
X	Diverses Fahrradmaterial alt (Lenker, Kettenräder, Kette, Pedalachsen, etc.)	Fahrradgeschäft		50
Total Teilkonstruktion				70

Verbrauchsmaterial

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Einzel-Preis	Total Euro
Total Teilkonstruktion				0

Hauptflügel-Konstruktion

Swiss Composite R&G Schweiz, www.swiss-composite.ch entspricht in Deutschland R&G Faserverbundwerkstoffe GmbH, Internet: www.r-g.de

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Gew. in kg	Einzel-Preis	Total Euro
1 Stk.	Birkensperrholz-Platte 2000 x 1000 für 13 Rippen 8 mm	www.balsa.ch hat im Katalog nur bis 6 mm	0		100
50 m	Korkstreifen 15 mm (aus Platten geschnitten)	Teppiche- und Bodenbeläge-Geschäft	0		50
82 m	Hartholz Rundholz D:6 mm	Lokaler Baubedarf	0		40
Einheit 2x17 lt	Laminat-Harz Hauptflügel 10 lt, Topf-Zeit 90 Min.; zwingend wässrig dünnflüssig! (pro m ² werden 1,2 Liter Harz benötigt)	www.swiss-composite.ch Verarbeitung bei >24°C	0		120
25 lm	Glas-Hohlfasergewebe Atlas 190.0508 160 gr/m ² / 92 cm breit (inkl. Canard)	www.swiss-composite.ch	0	7	175
70 m	Glasband 120 gr, 50 mm	Flieger-Modell-Laden	0		60
2 x 1 kg	Glas-Schnitzel 6 mm (inkl. Canard-Flügel)	www.swiss-composite.ch	0	22	44
40 lm	Alu-Dünnband 0,3 mm hart, glatt, Leg 1050A B:500 mm	www.korff.ch	0	10	400
15 lm	Alu-Dünnband 0,4 mm hart, glatt, Leg 1050A B:250 mm	www.korff.ch	0	5	75
4 Stk.	Alu-Rohr 2000x20x1,5 (Ruder-Achse)	www.metall-laden.ch	0	12.5	50
4 Stk.	Drahtseil a 7 m (3 mm mit Plastikschatz)	Lokaler Baubedarf	0		30
8 Stk.	Seil-Spann-System (12 Seil-Klemmen und 8 Kunststoff U-Scheiben)	Lokaler Baubedarf	0		23
1 Stk.	Seil-Spann-System (Zugwaage, Alu-Konstruktion)	Eigenbau	0	0	20
4 x 5 m Rollen	Netz mit Quadratmasche (Plastik-Gitter 18 x 18 mm)	www.tenax.net Lokales Gartencenter	0	40	160
600 gr	Messingstifte Halbrundkopf vernickelt (Nägel) 1,6 x 20	Lokaler Baubedarf	0	50	50
2 Rollen	Selbstklebendes Alu-Band 10 m x 50 mm breit, z.B. Tesa Aluminium-Tape 56223-0	Handwerker-Zentrum	0	10	20
2 Rollen	Verpackungsband PP , 66 m x 25mm		0	1.5	3
8 m	Karton-Hülsen D:35-40 Millimeter	Schreibbedarf	0		40
4 Stk	Balsa-Holz fest 1000x100x2 (Plastik-Gitter-Verstärkung hinten)	Modellbau	0		20
X	Kg gemäss hochgerechnetem Testflügel		20		
Total Teilkonstruktion Hauptflügel			23		1480

Die Canard-Flügel werden analog dem Hauptflügel gefertigt. Beim Fixen Teil vom Seitenruder ist gleichen-falls vorzugehen.

Die Menge der zu beziehenden Alu-Dünnbänder ist für eine zusätzliche Alu-Bahn berechnet. Übrig gebliebene Alu-Dünnbänder können auf eBay an diejenigen verkauft werden, die zwei Alu-Bahnen verknackst haben.

2. Bauvorbereitung

Sicherheitshinweis

Bei allen Arbeiten mit Harz sind Handschuhe, eine Schutzbrille und eine Atemschutzmaske zu tragen. Hautkontakt mit dem Harz ist zu vermeiden. Zudem muss der Arbeitsraum gut belüftet sein.

Werkplatz einrichten

Wenn der verfügbare Platz knapp ist, wird der Rumpf in die Diagonale vom Raum ausgerichtet. Zum Arbeiten sollte man problemlos um den Rumpf herum gehen können.

Für den Rumpf sind drei Auflagepunkte vorzusehen. Damit der Rumpf immer waagrecht ausgerichtet ist, sind die Standbeine vom Gerüstbock immer auf den gleichen angezeichneten Punkten am Boden hinzustellen (notwendigerweise ist der Boden zuerst an den Stellen zu planieren). Wird im Wohnzimmer auf Spannteppichen gewerkt, ist im Bereich der Gerüstbock-Beine der Teppich herauszuschneiden (kann später wieder eingesetzt werden). In der Höhe verstellbare Gerüstböcke können das Arbeiten erleichtern. Zudem muss jeder Gerüstbock eine Vorrichtung enthalten die den Rumpf fest halten kann.

3. Bauanleitungen

Für alle Arbeiten habe ich mir folgenden Werkstatt-Grundsatz zugelegt:

„Wenn etwas nicht total misslungen ist, ist es gelungen“.

Ausser bei der Rippen- und Flügelkonstruktion sind bis jetzt die Bauanleitungen nur theoretischer Natur. Aber auch die Punkt-für-Punkt Instruktionen mit praktischem Hintergrund haben einen Anteil nur theoretischer Überlegungen. Die gemachten Erfahrungen erzwangen teilweise ein Umdenken.

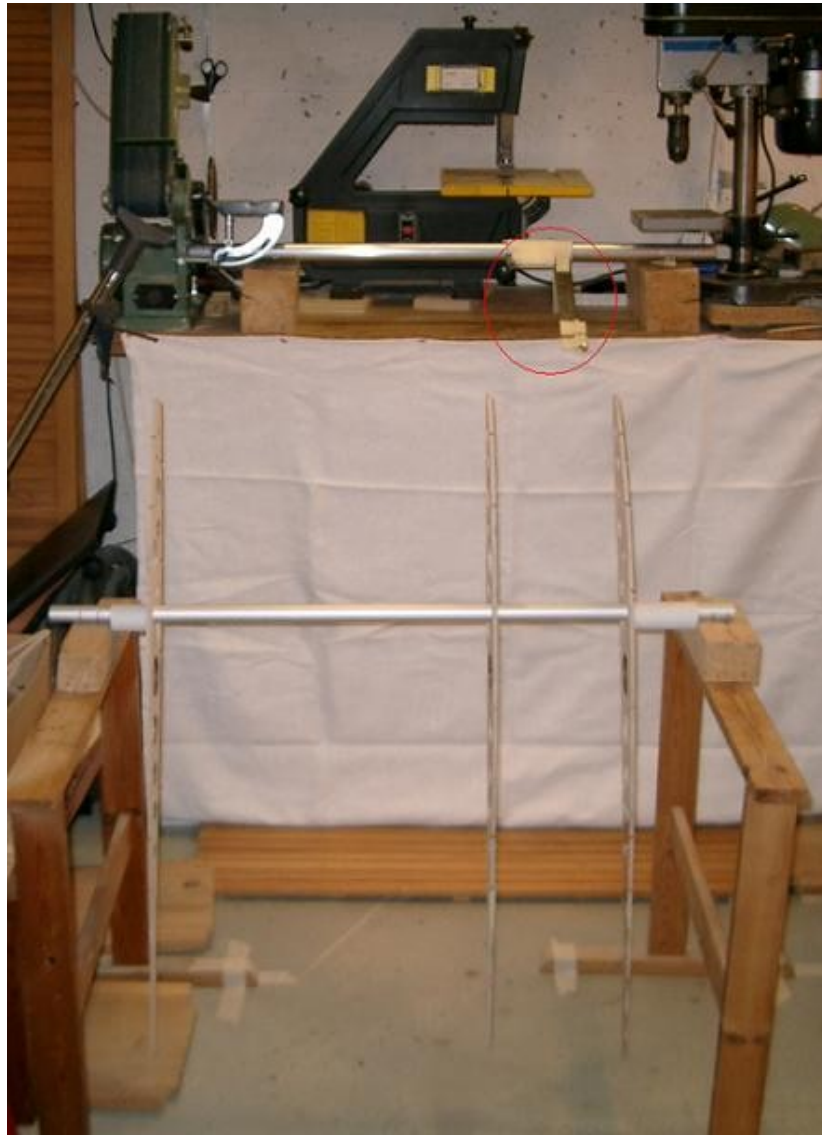
Wo nicht speziell erwähnt, werden die Ruder-Anlenk-Mechanismen auf die bereits vollendete Konstruktion geschraubt.

Fehlende Punkt-für-Punkt Instruktionen werden nach der Überarbeitung der heutigen Instruktion erstellt. Danke für das Verständnis.

Ergänzende Bilder der Arbeitsplatz-Einrichtung



Harz-Einfüll- und Glas-Schnitzel-Verteil-System; ein Stück Eisenbahnschiene mit Filz-Schutz zum entgegenhalten beim Nageln am Flügel (Eisenbahnschiene gibt es weltweit 1,4 Millionen Kilometer, davon werden nur zirka 5 Zentimeter benötigt); kleiner Hammer für die Stiften.



Die Flügel Dreh-Achse und die Alu-Dünnband Rollen-Achse werden parallel und waagrecht ausgerichtet, danach wurde das "Laser-Pointer System" zur vertikalen Rippen-Ausrichtung erfunden und installiert (ist aber nicht zwingend notwendig).

Auch mit dem „Laser-Pointer“ System ist die ganze Konstruktion vor dem Verleimen auf dem Fussboden in eine rechtwinklige Ecke zu schieben und alles mit Messstange und Anschlagwinkel auszurichten.

Da wir gerade Besuch hatten durfte ich den Flügel-Teil leider nicht ins Wohnzimmer legen. Dafür hat sich später die vermeintlich rechtwinklige Konstruktion als ein Rhombus geoutet. Die einzelnen Rippen waren aber Dank dem „Laser Pointer“ System immer schön parallel ausgerichtet. Fazit: Entweder man hat die Fähigkeit jede verknackste Situation zu meistern oder man geht genau nach den vorgegebenen Punkten vor. Letzteres ist mir auch schon einmal passiert.



„Laser-Pointer System“



Der temporäre Kurbelgriff wird an die rumpfseitige Rippe geschraubt und vor herab fliessendem Harz geschützt.

Benötigtes Arbeitsmaterial

Eine kleine Bandsäge, Bohrmaschine, diverse Pinsel und allgemeines Werkzeug wird als vorhanden vorausgesetzt. Zum Gelingen können zwei gute Scheren ihren Teil beitragen. Die eine für die Glasfaser-Matte die andere für das Alu-Dünnband.

Fehler und Auslassungen vorbehalten.

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Einzel-Preis	Total Euro
1 Stk.	Farbquirl L: 350, Quirlblatt 60 mm	Lokaler Baubedarf	6	6
1 Stk.	Verstellbarer Flachbohrer 15-45 mm / 22	Lokaler Baubedarf		15
1 Stk.	Lochsäge-Set (Sägekranz) 25/32/38/44/51/ 57/63 /68 andere Masse mit nur Millimeter-Abweichungen sind auch möglich Rohr-D:55= 57 , D:60= 63	Lokaler Baubedarf	20	20
1 Stk.	Handheft-Pistole (Postitch-Klammer-Automat) Heftklammern 8 mm	Lokaler Baubedarf	25	25
1 Stk.	Pinsel 50 mm breit mit Verlängerung	Eigenkonstruktion		2
1 Stk.	Pinsel 20 mm breit mit Verlängerung	Eigenkonstruktion		2
	Maler Abdeckband 50 mm	Lokaler Baubedarf		3
	Maler Abdeckband 10 mm	Lokaler Baubedarf: am gleichen Ort, zur gleichen Zeit, dieselbe Marke zu kaufen wie das 50 mm Maler Abdeckband		10
1 m	Elektro-Rohr 12 mm um das Harz in die Rippenkammern zu leiten	Abfall-Mulde auf Baustelle		0
1 m	Elektro-Rohr 20 mm um die Glas-Schnitzel in den Rippenkammer zu verteilen	Abfall-Mulde auf Baustelle		0
2 Stk	Trichter für die Elektro-Rohre	IKEA		2
1 Stk.	GFK/CFK Profi Set (Werkzeug) – vielleicht notwendig wenn mit CFK-Material gearbeitet wird	www.carbonscout-shop.de	300	0
Div.	CFK-Bohrer (hochtourig bohren – Maske tragen) alternativ HS-Stahl-Bohrer	www.sandvik.ch	200	70
Div.	Schraubensicherungen			50
1 Stk.	Bastelmesser mit stabilem Griff und 10 Reserve-Halbrund-Klingen	Lokaler Baubedarf oder Bastelgeschäft		20
1 m	Hartholzbrett gehobelt 1000x200x15	Lokaler Baubedarf		20
1 m	Hartholzlatte gehobelt 1000x60x5	Lokaler Baubedarf		10
1 Stk.	Kleinhammer 140 gr (für die Stiften)	Lokaler Baubedarf		10

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Einzel-Preis	Total Euro
4 Fl a 48 ml	UHU holzfest Wackel-stopp (fixiert Zapfen und Dübel) anstelle von verdünntem Weissleim	Lokaler Baubedarf oder Bastelgeschäft		21
1 Rolle	Festes Packpapier 500 mm breit	Papeterie / Papierwaren		8
1 Stk.	Brett (Balsa) 2200x60x2 (als Stiften Abstand-Lehre)			5
1 Stk.	Sperrholz-Streifen 250x30x1 (Stiften-Einschlaglehre)			1
X	Diverses			100
Total Teilkonstruktion				400

PS. Eine Lochzange wird benötigt um Harz-Tropfen aus dem Kaschmir-Pullover zu stanzen. Für das somit entstandene Loch, etwas in die Länge gezogen, muss dann die Kleidermotte (*Tineola bisselliella*) hinhalten.

Flügel Aufbau

Beim Canard-Flügel und Hauptflügel mit CFK-Rohren werden Drahtseile durch die Rohre gezogen. Diese Seile werden nach dem Zusammenstecken der Flügelteile gespannt, fixiert und halten so die Flügelkonstruktion zusammen. Bei Alu-Rohren als Holme werden diese mit Bolzen zusammengehalten und zusätzlich mit Drahtseile gesichert.

Der Rumpf-seitige Haupt-Flügelteil hat im hinteren Flügel-Abschnitt drei zusätzliche Aussparungen an den Rippen. Zwei nehmen die Rohre der Ruder-Ansteuerungen auf und durch eine Aussparung wird ein Alu-Rohr gesteckt und verhindert so die Verwindung vom Flügel (auf beiden Seiten ragt dieses aus dem Flügel).

Bei den äusseren Flügelteile wo der Hauptholm nicht mit den Rippen verleimt wird, werden an der Stelle wo diese auf den Rippen aufliegen mit Alu-Band eingefasst. Dies verhindert das Scheuern und ermöglicht die Holme an die effektiven Lochgrößen anzupassen.

Die äussere Flügelschicht ist eine Sandwich-Konstruktion. Auf die Rippenkonstruktion wird ein Plastikgitter geheftet, darauf eine Glasfaser-Matte geheftet und letztlich wird obenauf ein Alu-Dünnsband genagelt. So vorbereitet wird die äussere Flügelkonstruktion innen mit Harz und zusätzlich mit Glasschnitzel versetzt. Dazu wird das Laminat-Harz mit Trichter und Elektro-Rohr in die Rippen-Zwischenräume gegossen und durch drehen der Konstruktion wird dieses verteilt. Die Glasschnitzel werden mit separatem Trichter und Elektro-Rohr in die Rippen-Zwischenräume geblasen.

Das Plastik-Gitter ist nicht nur Formgeber, es ermöglicht auch dem Harz in den Rippen-Kammern unter der Holz-Konstruktion durchzufließen. Zudem wird zusammen mit den Glasschnitzel ein zusätzliches Stabilisations-Netz aufgebaut.

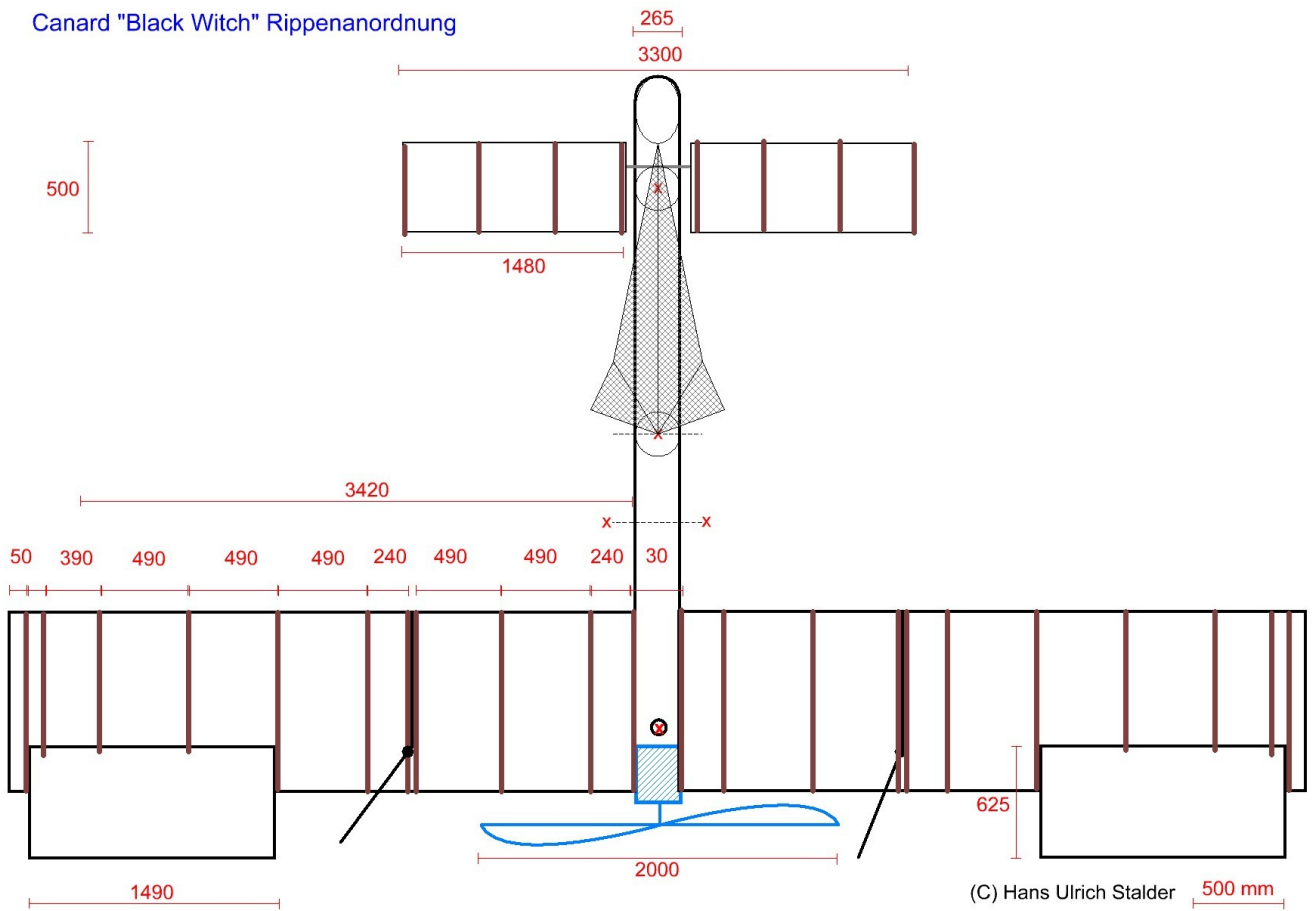
Sobald das erste Harz in die Rippen-Kammern gegossen ist, muss die ganze Flügelkonstruktion langsam gedreht werden. Gleichermassen werden auch Schokolade-Osterhasen hergestellt. Wer sich schon einmal in einer Glasfaser-Matte vorgefunden hat die schon mit Harz versetzt war, wird das trockene Arbeiten am Objekt schätzen.

Das Prinzip der Rippenherstellung ist für den Canard- und den Hauptflügel dasselbe. Daher wird nur die Herstellung der Hauptflügel-Teile erklärt. Einige der folgenden Punkte treffen demnach für die Herstellung vom Canard-Flügel nicht zu.

Wer wegen dem Balsa-Holz, den Heftklammern und den Schnur-Verbindungen auf die Idee kommt, es handle sich hier um ein Modellflugzeug, der irrt. Es ist in Erinnerung zu rufen, dass das Flügel-Innenleben mehrheitlich nur eine „verlorene Schalung“ ist. Die Stabilität ergibt sich durch die Glasfaser-Matte mit dem Dazutun von Laminat-Harz und Glasfaser-Schnitzel. Letztere bewirken, wie schon erwähnt, zusammen mit dem Plastik-Gitter-Raster eine zusätzliche hohe Stabilität.

Fazit: Die Konstruktion ist vor dem Einbringen von Harz sehr verletzlich, insbesondere das bereits aufgezugene Alu-Dünnband.

Rippen-Anordnung

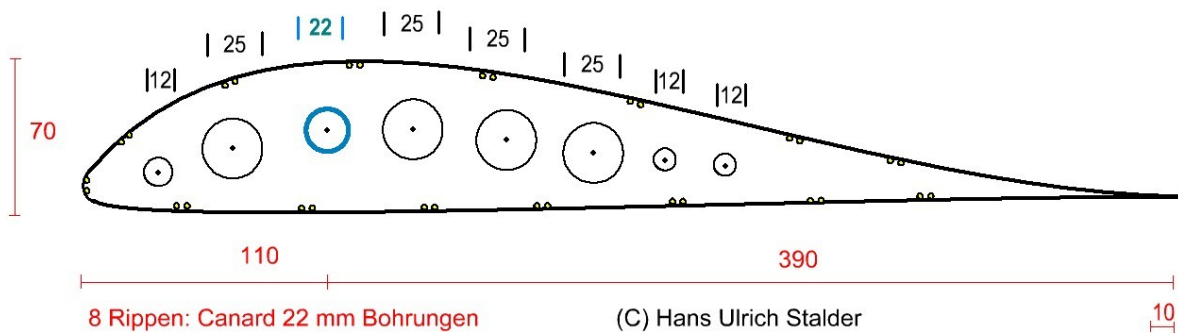


Herstellen der Rippen

Rippen-Übersicht vom Canard-Flügel

Annäherung JS-GU Profil

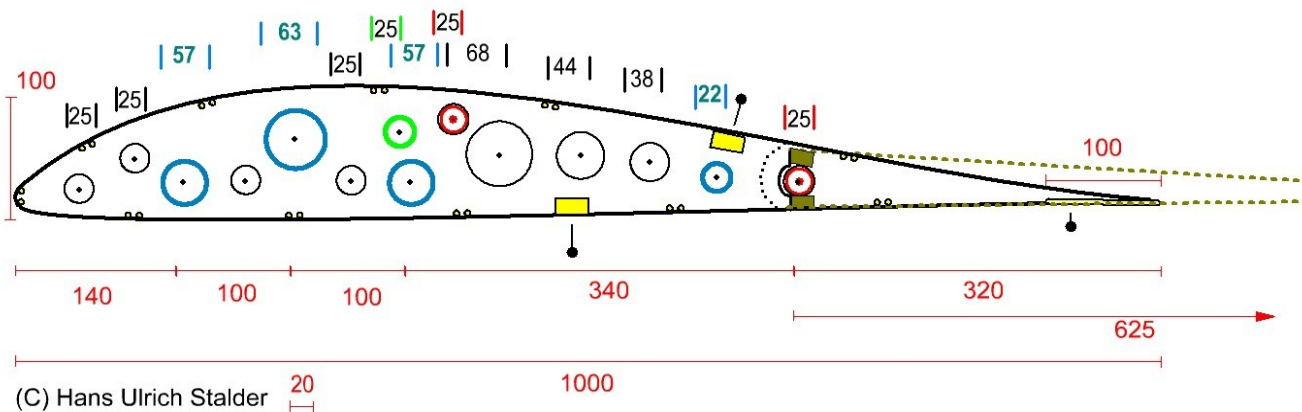
"Black Witch" Lochungen Canard-Rippe



Rippen-Übersicht vom Haupt-Flügel

Annäherung Clark 10 Profil

"Black Witch" Lochungen Rumpf-Rippe mit Ruder-Achsen-Durchführungen (rot)



Bei den Doppel-Bohrungen für die Hartholz-Rundhölzer wird jeweils nur ein Loch belegt, ausser bei den Stosstellen der Rundhölzer.

Rippen-Herstellung vom Haupt-Flügel

Um die folgenden Punkte abzuarbeiten sind für den ganzen Hauptflügel, bestehend aus vier Flügel-Teile, zehn Arbeitstage einzuplanen. Diese Arbeiten können auch über Wochen verteilt werden. Den Sperrholzabfall vom Sägekranz für später aufbewahren.

Eine Rippen muss vor der Zusammenführung der Rippen als Formgeber für die Alu-Dünnband-Teile erhalten. Das heisst, es müssen im Alu-Dünnband die Rippen-Seitenteile ausgeschnitten werden.

1. Das Flügel-Profil aus der Dokumentation segmentiert mit dem Kopierer auf einen Meter vergrössern und jeweils auf die oberste Sperrholzplatte übertragen (die äussere Randlinie auf das oberste Sperrholzbrett pausen – ergibt etwas mehr Profildicke - auch gut).
2. Die Hartholz-Durchführungslöcher an den Rippenrand anstossend bohren (muss in Verbindung mit dem Laminar-Harz kommen, das heisst, die Löcher sind am Rippenrand beinahe offen; daher ist ein nachträgliches bohren nicht mehr möglich).
3. Die Rippen aussägen; mit der Band-Säge mehrere Rippen zusammen aussägen.
4. Alle Rippen zusammen in die gleiche Form schleifen.
5. Die Rippen nach nachfolgender Tabelle zusammenstellen; die Aussparungen müssen zwei bis drei Millimeter mehr Durchmesser haben als die CFK-Rohre haben; zu beachten ist, dass letztlich jeder Flügel-Teil zusätzlich zum Schwimmkörper wird - und hier ein weiterer Grobübersicht:
 - Bei den Rippen mit den Querruder-Aussparungen ist der hintere Teil abzusägen und analog der Flügeloberfläche-Beschaffenheit zu schliessen - rund gebogen (konkav), zwischen Profil-Ober-und Unterteil (auf dem Bild gestrichelt eingezeichnet);
 - Die gesamthaft vorletzten Rippen (total 2 Rippen) der Aussen-Flügel-Teile haben bei den CFK-Rohren nur kleine 12 Millimeter Löcher (für die Spann-Seile Durchführung) und müssen für die U-Scheibe-Durchführung noch mit einem Schlitz erweitert werden (siehe Seilzug nächstes Bild);
 - Die beiden Flügelabschlüsse (total 2 Rippen, resp. Deckel) der Aussen-Flügel-Teile müssen in drei Teile zersägt werden; erster Schnitt von vorn gemessen bei Millimeter 110 und zweiter Schnitt von hinten gemessen bei Millimeter 520, danach die Schnittstellen planschleifen (zwischen den Rippen-Teilen muss zirka zwei Millimeter Abstand entstehen); der mittlere Rippen-Teil (Deckel) wird mit überlangen Holzschrauben an die vorletzte Rippe angeschraubt (sicherheitshalber überstehend auf der Innenseite).

6. Bei den Rippen Nr. 7 und Nr. 10 ist das hintere Hilfsholm-Loch nur mit einer zwei Millimeter Bohrung zu markieren, die Gewichtsentlastungslöcher werden bei allen Rippen ausgesägt; ansonsten sind alle CFK-Rohr-Löcher zu bohren (das Lochsäge-Set und der verstellbare Flachbohrer kommen zum Einsatz).

Seiten-Rippen mit Alu-Dünnband verkleiden

Das Alu-Dünnband so lange wie möglich an der Rolle belassen! Gummierte Garten-Handschuhe tragen kann helfen Knicke und Beulen zu vermeiden. Das Alu-Dünnband nur auf gehobelte und saubere Unterlagen legen, darüber die Form gebende Schneidführung (Rippe, Brett) mit Schraubzwingen fixieren (nicht auf dem Alu-Dünnband herum schieben, gibt Kratzspuren). Zum schneiden vom Alu-Dünnband ein stabiles Bastelmesser mit gutem Griff und Halbrund-Klinge verwenden. Beim Schneiden genügend Abstand zu den Fingern und zum Knie halten – das Schneiden vom Alu-Dünnband erfordert viel Kraft. Daher ist es besser mehrmals die Klinge über das Alu-Dünnband zu ziehen, als dieses in einem Durchgang trennen zu wollen.

Die so ausgeschnittenen Alu-Dünnband-Teile werden an die Rippen geklebt und mit Stiften zusätzlich angenagelt. Dazu sind die für die Rippen-Seitenteile verwendeten Stifte auf sechs Millimeter zu verkürzen.

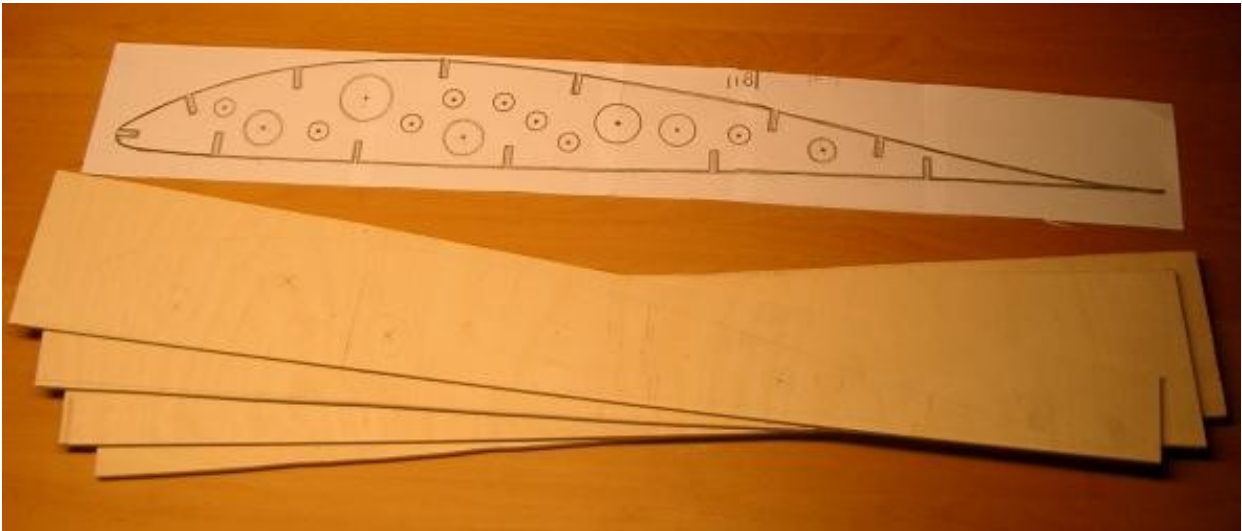
Alternativ zum schneiden vom Alu-Dünnband bietet sich eine starke Schere an. Dabei ist allerdings zu beachten, dass bei mehr als fünf Millimeter Abschnitt zwei Schnitte notwendig sind. Mit dem ersten Schnitt schneidet man zuerst zirka einen halben Zentimeter von der gewünschten Schneidelinie entfernt. Erst mit weiteren Schnitte erreicht man eine saubere Schnittkante. Vorgängig aber üben, üben, üben. Für kleine Rand-Korrekturen ist die Schere aber ein unverzichtbares Werkzeug.

1. Mit einer Rippe als Formgeber sind die zwei Seiten Abdeckungen zu den Ruder-Aussparungen aus Alu-Dünnband herzustellen (nur die hinteren 400 Millimeter abdecken); Achtung: eine Alu-Abdeckung muss spiegelverkehrt ausgeschnitten werden; ansonsten ist gleichermassen vorzugehen wie nachfolgend für die Abschluss-Rippe (Deckel) beschrieben.
2. Mit den drei Flügel-Abschluss-Teilen (Deckel) als Formgeber sind ebenfalls Alu-Dünnband Verkleidungen auszuschneiden; an den senkrechten Schnittstellen sind zusätzliche 40 Millimeter Alu-Dünnband für die Rand-Einfassungen dazuzurechnen (anschliessend sind die Ecken bis zur Kante vom Sperrholz diagonal wegzuschneiden).
3. Das so erhaltene Alu-Dünnband-Profil auf die Sperrholz-Rippen, respektive Rippenteile aufziehen; mit einer gehobelten Holzlatte das Alu-Dünnband jeweils über die Sperrholzkante biegen (eventuell noch vorstehende Alu-Dünnband-Teile mit einer Schere abschneiden). Nie nur mit den Fingern biegen wollen.
4. Anschliessend das Alu-Dünnband-Profil passgenaue auf das Sperrholz-Rippenteil legen und mit Maler-Abdeckband fixieren.

5. Im Abstand von fünf Millimeter zur Alu-Dünnband-Aussenkante den inneren Teil vom Alu-Dünnband-Profil vollständig mit Maler-Abdeckband abdecken.
6. Dem Maler-Abdeckband entlang alle 30 Millimeter einen ungekürzten Stift durch das Alu-Dünnband hindurch fünf Millimeter in das Sperrholz treiben und stehen lassen.
7. Den noch nicht abgedeckten Alu-Dünnband-Rand mit einem breiten Maler-Abdeckband dahingehend abdecken, dass dieses an den Stiften ein ganz wenig ansteht, den Rest vom Alu-Dünnband aber abgedeckt ist (das Maler-Abdeckband nicht umklappen, es darf nicht am Sperrholz kleben).
8. Alle Stifte wieder entfernen, aber Achtung: das Alu-Dünnband gut entgegenhalten und mit dem Werkzeug nicht auf das Alu-Dünnband drücken (gibt Dellen).
9. In den mittleren Teil des abzudeckenden Sperrholz-Rippenteil ist ein Glasfaser-Band zu legen und mit Heft-Klammern zu befestigen; die Klammern sind danach mit einem kleinen Hammer fest auf das Sperrholz zu hämmern (diese dürfen nicht mehr vorstehen).
10. Auf die Alu-Dünnband-Randzonen sowie auf die Sperrholz-Oberfläche ist reichlich Laminat-Harz aufzutragen.
11. Die Alu-Dünnband-Form auf den Sperrholzteil schieben und mit den bereits bestehenden Löcher und ein paar Stiften in Originallänge in der richtigen Lage fixieren.
12. Nun sind die seitlichen, vorstehenden Maler-Abdeckband-Teile umzuklappen um den Alu-Dünnband-Rand abzudichten.
13. Die restlichen, gekürzten Stiften bis knapp über das Alu-Dünnband ein-nageln (vorerst das Maler-Abdeckband mit einem spitzen Holz etwas auf die Seite schieben – ohne das Alu-Dünnband zu knicken oder zu verkratzen); die Stiften in Originallänge ebenfalls durch gekürzte Stifte ersetzen; die Stiften auf der Hinterseite ganz einschlagen.
14. In diesem Zustand ist die Rippe an einem warmen Ort mit der Alu-Dünnband-Seite nach unten, je nach Topf-Zeit vom Harz, fünf bis fünfzehn Minuten zu lagern.
15. Mit dem Harz-Gefäss als Indikator für die Aushärtung vom Harz (das Harz muss noch ein bisschen klebrig sein, darf aber keine Fäden mehr ziehen), sind die äusseren Maler-Abdeckbänder zu entfernen.
16. Alle Stifte nochmals einschlagen bis sich ein ganz winzig kleine Delle im Alu-Dünnband bildet. Wenn die Flügel-Distanz-Lehre dazu benutzt wird, ist diese nach jedem eingeschlagenen Stifte von allfälligem Harz zu reinigen.

17. Bei den Rippen Nr. 7 und Nr. 10 sind die Holm-Löcher mit einem zwei Millimeter Bohrer auch im Alu-Dünnband zu markieren (wird später von aussen wieder für die Durchführung vom CFK-Hilfsholm aufgebohrt (22/20 Millimeter)).
18. Die restlichen Maler-Abdeckbänder entfernen; allfällige Harz-Rückstände auf dem Alu-Dünnband mit dem Fingernagel entfernen; seitliche Harz-Überstände mit einem zackenfreien Küchenmesser abschneiden – nicht in das Alu-Dünnband schneiden.
19. Letztlich sind alle Alu-Dünnband überzogenen Rippen (Teile) einzeln einzupacken damit die Oberflächen nicht verkratzen.

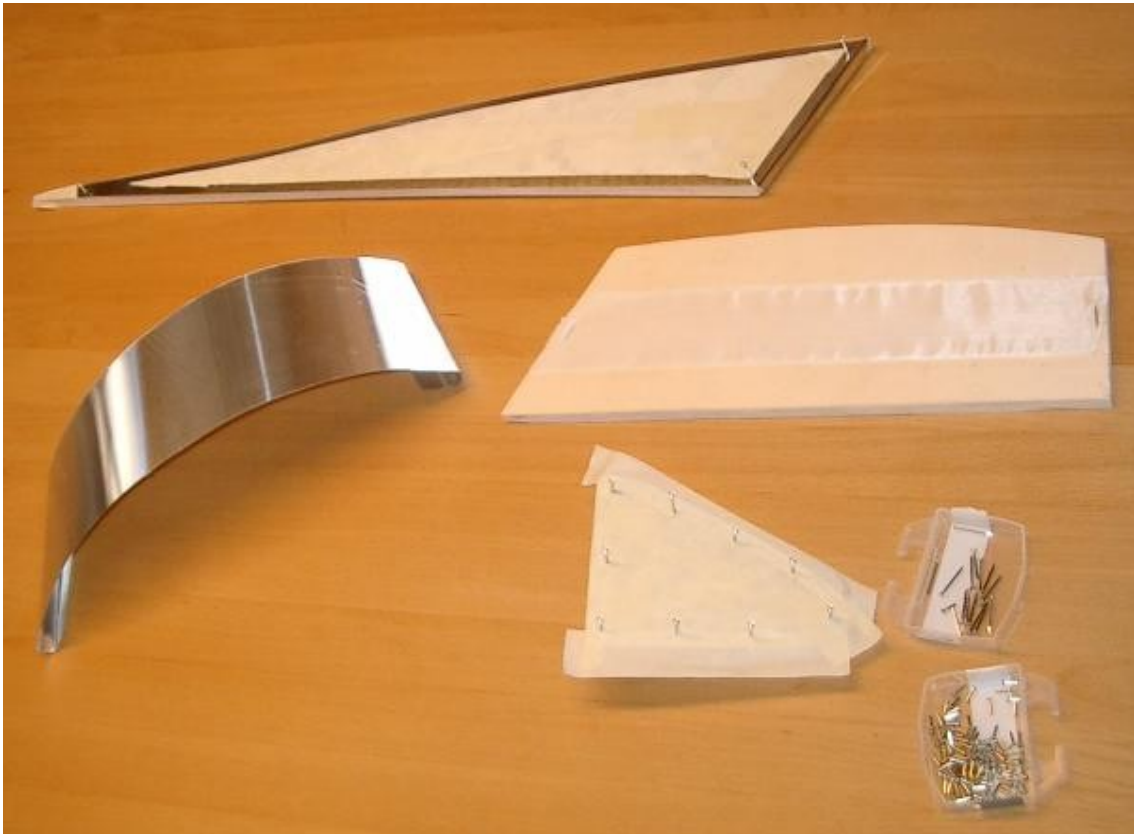
Ergänzende Bilder der Rippen-Herstellung



Das Flügel-Profil ist auf das oberste Sperrholzbrett zu übertragen (die Anordnung der Gewichtsreduktion-Löcher wurde gegenüber dem Bild geändert und folgen im hinteren Bereich in Etwa der Skelettlinie – siehe Kapitel „Rippen vom Hauptflügel“).



Nach unten geklappte Rippen; die Alu-Seitenteile bereits in Form geschnitten und zur Anschauung lose auf die Aussen-Rippen-Teile gelegt (der Test-Flügel unterscheidet sich von der Instruktion was die Löcher betrifft).



End-Rippe (rechter Flügel) Vorbereitungs-Stufen zum Verleimen mit Harz und nageln (unten rechts: gekürzte Messingstifte Halbrundkopf vernickelt) .



End-Rippe fertig gestellt und dabei drei mal meinen Werkstatt-Grundsatz hochleben lassen: „Wenn Etwas nicht total misslungen ist - dann ist es gelungen“.

Herstellen der Flügel-Teile

Diese Instruktionen vorgängig ganz durchlesen. Damit soll sichergestellt werden, dass die Voraussetzungen erfüllt sind und ein Gesamtüberblick entsteht.

Der Abschluss der Kurz-Rippen muss im Radius zum bewegten Ruder geformt werden und wird gleichermassen eingefasst wie die Profil-Oberfläche (mit Kunststoffgitter, Glas-Matte und Alu-Dünnband).

Alle Flügelteil-Abschluss-Rippen müssen gegenüber der Alu-Abdeckung zwei Millimeter vorstehen.

Die beiden Aussenflügel-Teile haben aussen keine durchgehend fest-verleimte Abschluss-Rippe, sondern einen „Deckel“ im mittleren Teil. Die letzte fest-verleimte Rippe ist daher gegenüber der Alu-Dünnband-Aussenkante 50 Millimeter zurückversetzt (Rippe Nr. 11). Die Hart-Rundhölzer ragen nur fünf Millimeter in die Aussparungen der Abschluss-Rippe (Deckel Rippe Nr. 12). Mit kleinen, verleimten Holzeinlagen in den Hart-Rundholz-Löcher wird der Abstand später justiert und fixiert. Dies erlaubt minimale Korrekturen am Flügel-ende.

Der mittlere Deckel-Teil wird schlussendlich an die letzte, rundum verleimte Rippe entfernenbar angeschraubt.

Alu-Dünnband Vorarbeit

Um die folgenden Punkte abzuarbeiten sind für jedes der vier Flügel-Teile drei Arbeitstage einzuplanen. Diese Arbeiten können auch über mehrere Wochen verteilt werden. Für die erste Hälfte der Punkte-Liste sind zwei Personen notwendig.

1. Alle CFK-Rohr Durchführungslöcher sowie das grün markierte Loch für die Alu-Stange-Durchführung sind beidseitig konisch an zu schleifen.
2. Die Holzböcke aufstellen und auf der Höhe von 1,2 Meter oder mehr, ein Alu-Rohr oder und eine pfeifen-gerade Holzstange durch das im Plan grün markierte 25 Millimeter Gewichtsreduktions-Loch (die temporäre Drehachse) stecken und seitlich fixieren. Mit seitlich eingeschlagenen Nägel sicherstellen, dass das Alu-Rohr nicht davon rollen kann.
3. Die Rippen lose auf das Alu-Rohr aufziehen und senkrecht hängen lassen.
4. In das grösste und einzig verbleibende durchgehende gewichtsreduzierende Loch ist zur Stabilisation eine Stahl-Armierungs-Stange zu legen (findet sich auf jeder Baustelle).
5. Zusätzlich die CFK-Rohre durch die für sie vorgesehenen Löcher stossen.
6. Die Hart-Rundhölzer in die vorbereiteten Rippen-Bohrungen stossen und falls diese nicht selber klemmen mit Holz-Stückchen fixieren; am Rumpf seitigen Flügelteilende müssen die Rundhölzer fünf Zentimeter vorstehen, daher sind auf der Innenseite vom Aussenflügel die entsprechenden Bohrungen frei zu halten; auf der Aussenseite der beiden äusseren Flügelteile haben die Hart-Rundhölzer gegenüber der Flügel-Aussenkante fünf Millimeter zurückversetzt zu enden (in diese Aussparung kommt die Abschluss-Rippe Nr. 12).
7. Die Rippen rechtwinklig zu den CFK-Rohre ausrichten – auch vertikal genau ausrichten und gegebenenfalls mit kleinen Holz-Keilen fixieren.
8. Zu zweit die ganze Konstruktion in eine rechtwinklige Raumecke drücken und die einzelnen Rippen mit einem Anstellwinkel vertikal exakt ausrichten (alles noch einmal nachmessen und auf den Millimeter genau justieren).
9. Die Hart-Rundhölzer und die breiten Holz-Latten sind mit verdünntem Weissleim (Holzleim) minimal zu fixieren (zu beachten: nur temporär eingesetzte CFK-Rohre müssen unverleimt bleiben).
10. Nach vollständigem austrocknen vom Leim ist der temporäre Dreh-Griff anzubringen.
11. Nur temporär eingesetzte CFK-Rohre können nun wieder entfernt werden.

12. Die ganze Konstruktion ist drehbar, aber mit waagrechter Auflage aufzustellen (der Flügelteil darf seitlich nicht verrutschen können); zudem muss beidseitig der Konstruktion genügend Abstand vorgesehen werden, im Minimum 150 Millimeter; einerseits darf der temporäre Drehgriff (Kurbelgriff) nicht anstehen und andererseits stehen beim Aussenflügel-Teil die Hart-Rundhölzer vor.
13. Über die Flügelnase eine aufgeschnittene, halbe Karton-Hülse legen und mit Heftklammern fixieren (damit später das Plastik-Gitter die Kurve schön nimmt); vor dem Schneiden ist die Hülse mit Maler-Abdeckband längsseitig zu verkleben, andernfalls löst sich das Ding unter der Schere auf; Karton-Hülsen findet man in den meisten Haushalten in der Mitte von Geschenkpapier-Rollen.
14. Ein steifes Packpapier ist wie später das Alu-Dünnband über die Konstruktion zu legen; alle Winkel und Masse noch einmal prüfen und nötigenfalls mit einlegen von einem Sperrholz-rahmen zwischen den Rippen die korrekte Ausrichtung der Konstruktion erzwingen; gegebenenfalls mehrere solcher Justier-Rahmen herstellen und zwischen die Rippen klemmen (mit kleinen Stiften fixieren und verleimen).
15. Bei den Rippen sind die CFK-Rohr-Durchführungen mit 20 Millimeter breitem Maler-Abdeckband einlagig abzudecken (ein-mitten damit sich durch herab fließendes Harz kleine Ränder bilden können, dieses aber nicht in die Bohrlöcher fließen kann).
16. Die hintere Abschlusskante vom Flügel wird oben und unten mit Balsaholz-Brettchen abgeschlossen; oben fünf Millimeter vorstehen lassen (vorerst nur leicht fixieren); Flügeltiefe und Ausrichtung der einzelnen Flügelteile harmonisieren.
17. Beim Plastik-Gitter sind die breiten Plastik-Ränder abzuschneiden; das Ende vom Plastik-Gitter muss durch eine geschlossene Rechteck-Gitter-Bahn abgeschlossen werden.
18. Das Plastik-Gitter wellen-frei über alle Rippen spannen. An mehreren Stellen ist das Plastik-Gitter temporär mit Maler-Abdeckband an den äussersten Rippen zu fixieren; bei der Flügel-Nase muss das Plastik-Gitter absolut satt anliegen, darf aber die halbierte Kartenhülse nicht eindrücken.
19. Im hinteren Flügel-Teil ist vor dem Fixieren der Balsa-Holz-Brettchen mit dem Pack-Papier die korrekte Ausrichtung festzulegen (Alu-Dünnband Simulation).
20. Auf der Aussenseite vom Aussenflügel ist das Plastik-Gitter eine Rechteck-Gitter-Bahn über die Abschluss-Rippe (Deckel) vorstehen zu lassen.
21. Mit der Heftmaschine das Plastik-Gitter zirka alle 60 Millimeter an die Rippen heften (wenn keine Heftmaschine zur Hand ist können auch ganz kleine Agraffen verwendet werden); wird am hinteren Teil gehämmert ist auf der Gegenseite mit einem Maurerfäustel entgegenzuhalten (oder sonst ein massiges Eisen nehmen);

die Aussenkante vom Plastik-Gitter muss parallel zur Rippen-Kante laufen.

22. Das temporäre Maler-Abdeckband (Fixation vom Plastik-Gitter) wieder entfernen.
23. Vorstehende Metallteile zeichnen sich auf dem Alu-Dünnband ab, daher sind die Heftklammern (vor allem die Ecken) mit einem kleinen Hammer nieder zu schlagen.
24. Bei Plastikgitter-Stossstellen sind diese eine Rechteck-Bahnbreite zu überlappen und mit einer Schnur alle paar Zentimeter zusammenzubinden; die Überlappungen dürfen nicht mit einer Rippe zusammenfallen.
25. Das Plastik-Gitter in regelmässigen Abständen auf die Hart-Rundhölzer binden (40 Verknüpfungen pro 500 mm Flügel-Segment, resp. Kammer); die Knoten immer in den Flügel-Innenraum drücken.
26. Die End-Rippe (Deckel) zwischen das Plastik-Gitter klemmen und über die Hart-Rundhölzer stülpen; die äusseren zwei Teile provisorisch mit Heftklammern fixieren; falls notwendig ist der hintere Rippenteil zu verlängern (an die Flucht der hinteren Flügelkante anpassen).
27. Der hintere Flügel-Teil der Ruder-Aussparungen ist im vorgegebenem Radius zur Ruder-Achse mit dem Plastik-Gitter überlappend abzuschliessen und ebenfalls mit Schnur zu fixieren.
28. Jetzt mit Pack-Papier eine Lehre für die Stiften-Linien machen; dazu je ein Pack-Papier-Bahn, aussen angefangen, über das Plastik-Gitter legen, mit Maler-Abdeckband fixieren und etwas kürzer als die Stiften-Linie ist, falzen; mit Maler-Abdeckband einen geraden Abschluss genau auf der Stiften-Linie machen (Pack-Papier-Bahn durchnummerieren und den Anfang kennzeichnen); das Pack-Papier liegen lassen und die nächste Pack-Papier-Bahn an die Stossstelle legen und gleichermassen verfahren; sollte die Stiften-Linie sehr nahe an den Rippen-Rand grenzen, kann zusätzlich auf der Pack-Papier-Bahn die Stiften Einschlag-Richtung markiert werden; zusätzlich ist der hintere Flügelabschluss auf dem Pack-Papier zu markieren, dahingehend nämlich, dass die nächste Bahn danach ausgerichtet werden kann.
29. Die Packpapier-Lehren wieder sorgfältig entfernen.
30. Die Glasfaser-Matte über alle Rippen spannen und temporär mit der Heftmaschine fixieren; damit ein schöner Abschluss am Rippenende entsteht ist an den Flügelenden die Glasfaser-Matte 30 Millimeter umzulegen (zusätzlich wird dadurch die Stabilität erhöht); bei Stossstellen sind diese mindestens 10 Millimeter zu überlappen, die Überlappungen dürfen nicht mit einer Rippe zusammenfallen.

31. Bei den Ruder-Aussparungen ist beim Wegschneiden der Glasfaser-Matte diese gegen die Aussparung hin 30 Millimeter vorstehen zu lassen und kanten-bündig umzulegen und zu fixieren.
32. Wenn die Glasfaser-Matte zufriedenstellend liegt, ist diese punktweise mit Epoxyd-Harz am Plastik-Gitter zu fixieren (mit einem abgeflachten Farben-Rührstab über zwei Plastik-Gitter-Quadrate streichen, dazu auf der Zugseite mit dem Finger die Glas-Matte entgegenhalten – mit dem Finger auf das Plastik-Gitter drücken); nicht über den Rippen fixieren und schon gar nicht die temporären Heftklammern anleimen; nach dem Aushärten vom Harz den Flügelteil drehen und auf der Gegenseite gleichermassen vorgehen.
33. Die temporären Heftklammern nach dem Aushärten vom Harz wieder entfernen.
34. Aufstehende, harte Glasfaser-Matte muss unter das Plastik-Gitter gedrückt werden; ist dies nicht möglich, dann eben wegschneiden (es darf nichts vorstehen was das Alu-Dünnband am flach anliegen hindern könnte).
35. Bei der End-Rippe (Deckel) ist der mittlere, entfernbare Teil mit einzupassen (zwei 80 Millimeter-Schrauben mit Halbrund-Kopf zum anschrauben vorsehen); die Schraubenpositionen so auswählen, dass diese nicht auf ein Loch fallen.
36. Alle bereits mit Alu-Dünnband überzogenen Teile sind mit Maler-Abdeckband und Pack-Papier abzudecken.

Ergänzende Bilder der Alu-Dünnband Vorarbeit



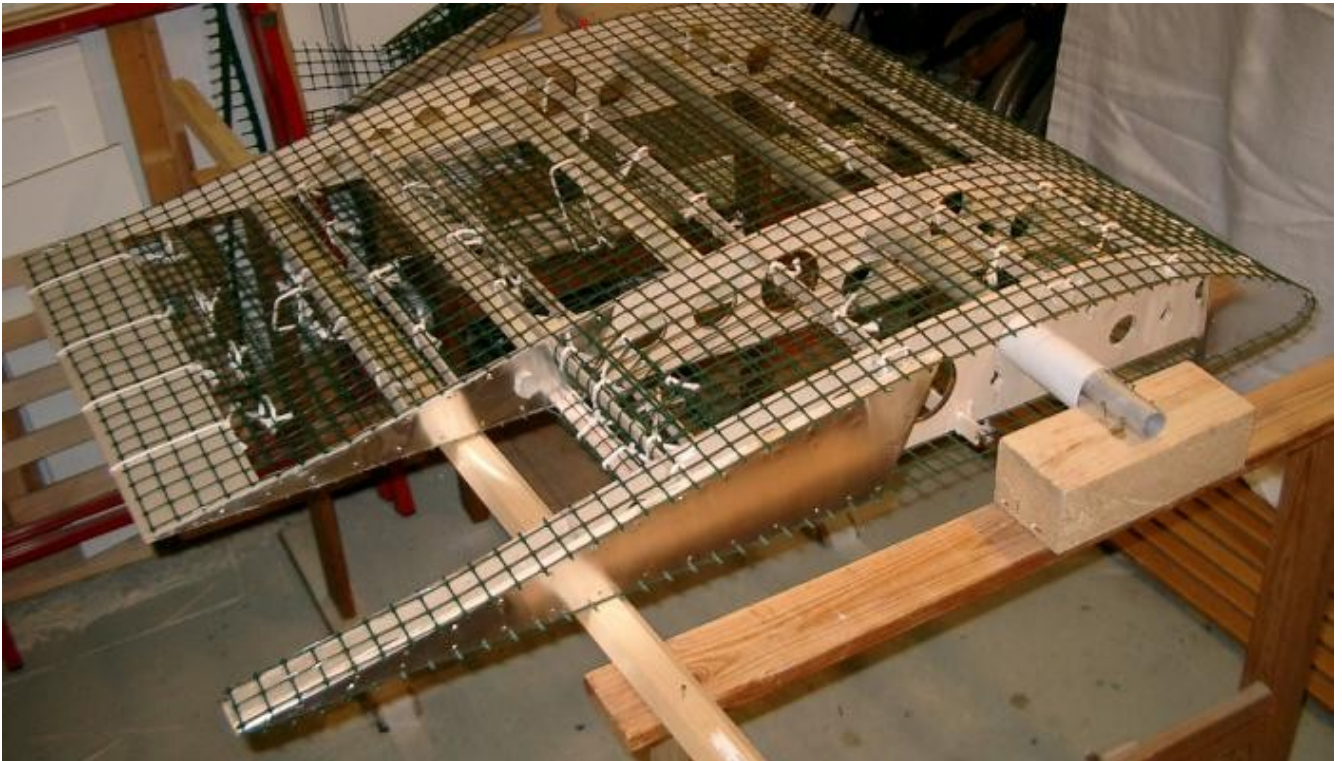
Auftrennen vom Alu-Dünnband wenn nur breitere Rollen als benötigt zur Verfügung stehen.



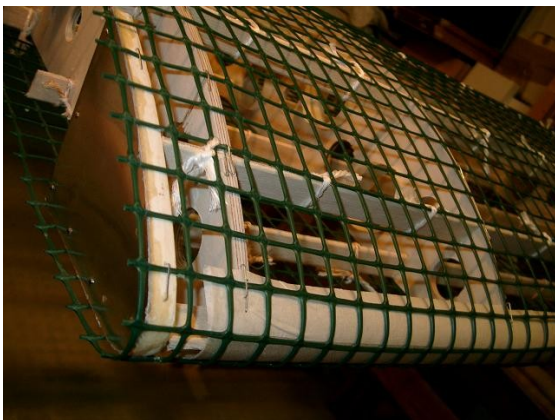
Die Holz-Federn in die Rippen-Schlitze geklemmt. Zwischen die Rippen-Enden eine bleibende Holz-Feder geklemmt und in die Aussparung für das Ruder eine temporäre Holz-Feder geklemmt (rot markiert). Die Rippen rechtwinklig ausgerichtet. Da alles etwas wacklig geblieben ist, habe ich zusätzlich ein Sperrholz-Rahmen erstellt und zwischen die Rippen eingepasst. Das ganze mit verdünntem Weissleim (Holzleim) verleimt.



Alu-Dünnband getrennt



Das Plastik-Gitter aufgezogen, mit Heftklammern und Schnur fixiert; die festen Teile der End-Rippe (Deckel) provisorisch, das heisst, noch verschiebbar angebracht (so können noch Millimeter-Korrekturen vorgenommen werden).



Flügel-Nase mit Karton-Hülse gleichmässig gerundet.



Flügel-Ende mit 2 mm Balsa-Bretter abgeschlossen.



Den Flügel-Teil mit Glasfaser-Matte überzogen und diese mit Epoxyd-Harz punktweise am Plastik-Gitter fixiert. Die zwei Aussen-Rippe-Teile (Deckel) abgedeckt und der mittlere Teil durch den temporären Abstand-Halter (aus Rippe Nr. 13) ersetzt. Der Abstand-Halter wird noch mit Back-Papier oder Harz-Trenn-Papier eingefasst, die Ruder-Seitenrippen mit Maler Abdeckband abgedeckt.



Zur Stabilisation durch die Hilfsholm-Öffnung ein Armierungseisen gesteckt; die Auflage-Latte mit Schaumstoff gepolstert und mit Alu-Flachprofilen oben (unten mit einem Winkelprofil) den Flügel-Teil für das Umlegen vom Alu-Dünnband vorbereitet (schmale Hartholz-Latten qualifizieren auch).

Aufziehen vom Alu-Dünnband

Um die folgenden Punkte abzuarbeiten ist für eines der vier Flügel-Teile ein Arbeitstag einzuplanen. Die Arbeiten vom nächsten Kapitel sind möglichst am darauf folgenden Tag zu erledigen. Das heisst, das Nachessen gibt Gelegenheit die nächsten Arbeiten durchzugehen.

Wichtige Hinweise für das Arbeiten mit dem Alu-Dünnband:

Dieses ist sehr empfänglich für Knicke, Beulen und Kratzer und bleiben immer sichtbar – daher tunlichst vermeiden!

Erinnerung: Das Alu-Dünnband so lange wie möglich an der Rolle belassen! Gummierte Garten-Handschuhe tragen (die mit den lustigen Noppen) kann helfen Knicke und Beulen zu vermeiden. Das Alu-Dünnband nur auf gehobelte und saubere Unterlagen legen, darüber die Form gebende Schneideführung (Rippe, Brett) mit Schraubzwingen fixieren. Zum schneiden vom Alu-Dünnband ein stabiles Bastelmesser mit gutem Griff und Halbbrund-Klinge verwenden. Die Schere nur für Korrekturen verwenden. Beim Schneiden genügend Abstand zu den Fingern und zum Knie halten – das Schneiden vom Alu-Dünnband erfordert viel Kraft. Daher ist es besser mehrmals die Klinge über das Alu-Dünnband zu ziehen, als diese in einem Durchgang trennen zu wollen.

Für die folgenden Arbeiten werden teilweise drei Personen benötigt. Mit dem Aufziehen vom Alu-Dünnband ist immer an der Aussen-Seite zu beginnen. Die ganze Konstruktion ist wieder drehbar aufzuhängen – mit Zusatzgewicht im unteren Bereich, z.B. mit einem Armierungseisen das durch die Gewichtsentlastungslöcher geschoben wird.

Zur Beachtung: Halbbrundkopf-Stifte ein nageln heisst immer: die Position mit einer Ahle und dem kleinsten verfügbaren Hammer und dem Händchen eines Wattebausch-Werfers markieren. Danach nur das Alu-Dünnband vor-bohren. An einem Alu-Dünnband Abfallteil zuerst ausprobieren und wieder üben, üben, üben. Um einen ein Millimeter-Abstand zum Alu-Dünnband zu erreichen ist die Kerbe der Millimeter-Abstand-Lehre unter den Nagelkopf zu schieben, um den Stift „ganz“ einzuschlagen ist das Loch der Lehre um den Stiften-Kopf zu legen. Der gleichen vertikalen Lage und Ausrichtung in der Tiefe ist beim Annageln der Stifte grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Dazu ist ein temporäres Maler-Abdeckband anzubringen, an dessen Kante entlang genagelt wird (nicht getestet: die angepassten Pack-Papier-Bahnen verwenden).

Zusätzliches Arbeits-Material bereit legen, wie Wäscheklammern mit Gelenkachse, Schraubzwingen, Spannzangen, Holzleisten, kleine Rechteck-Balken und Alu-Flachprofile.

1. Das Packpapier ist wie später das Alu-Dünnband über die Konstruktion zu legen; allfällige Fehler sind auf irgend eine geissart zu korrigieren; die Maximale Abweichung sollte höchstens zwei Millimeter betragen, wenn der Fehler grösser ist, muss man sich etwas einfallen lassen.
2. Den Flügel-Teil an der Aufhänge-Vorrichtung mit der Oberseite zur Alu-Dünnband-Rolle senkrecht stellen und fixieren.
3. Auf der Flügel Aussenseite beginnend ist die Alu-Dünnband-Rolle waagrecht und parallel zum Flügel-Achsrohr, genau hinter dem Flügel-Teil zu platzieren.
4. Das Alu-Dünnband wie Band-Nudeln zum trocknen über den Flügel ziehen und 150 Millimeter über die hintere Kante vorstehen lassen.
5. An der hinteren Flügel-Kante das Alu-Dünnband moderat umlegen, das heisst, keine scharfe Kante machen (so können nachträglich noch Feinkorrekturen vorgenommen werden); beim Umlegen immer zwei Flach-Profile verwenden – nie mit den blossen Finger drücken; bewegt sich die Hinterkante ist diese temporär mit einem Alu-Flachprofil zu verstärken.
6. Die Hinterkanten-Verstärkung entfernen.
7. Das Alu-Dünnband an der flügeleigenen Hinterkante einhacken.
8. Den Flügel-Abschnitt langsam drehen und so das Alu-Dünnband über die Profiloberfläche ziehen – aber Achtung: Knickgefahr!
9. Das Alu-Dünnband ist dem Flügel-Profil ungefähr anzupassen und zirka 60 Millimeter vor der Hinterkante exakt, rechtwinklig und schön ab zu schneiden (dies ist der sichtbare Teil der Alu-Dünnband-Überlappung).
10. Bei den nächsten Alu-Dünnband Bahnen ist gleichermassen vorzugehen (vereinfachtes Vorgehen wählen - über die bestehende Alu-Dünnband-Bahn legen).
11. Wenn alle Bahnen über der Flügel-Konstruktion hängen, sind diese an ihre Position am Flügel zu verschieben (die Reihenfolge spielt dabei keine Rolle, weil die Längenunterschiede der Bahnen in den Überlappungen verschwinden).
12. Die Bahnen genau ausrichten und den umgeklappten hinteren Teil zirka fünf Millimeter gegenüber dem Balsa-Brett vorstehen lassen (dieser zusätzliche Abstand wird für die spätere millimetergenaue Ausrichtung benötigt), danach mit Maler-Abdeckband wieder alles provisorisch fixieren.
13. Bei den Alu-Dünnband-Überlappungen einen umgeklappten Glasfaser-Streifen mit der geschlossenen Seite aussen bündig zwischen die Bahnen legen (der Glasfaser-Streifen muss auf der Innenseite im Minimum 10 Millimeter vorstehen).

14. Muss Maler-Abdeckband wieder weggenommen werden, ist dieses eher im spitzen Winkel wegzuziehen und das Alu-Dünnband gut entgegenzuhalten (mit Gartenhandschuhen); sollte der Eindruck entstehen, dass leer lauf mässig Maler-Abdeckband angeklebt und wieder entfernt wird, liegt das in der Sache der Natur und ist nicht verwerflich.
15. In die hinteren, quer-verlaufenden Alu-Dünnband-Überlappungen einen weiteren zur Aussenkante hin umgeklappter Glasfaser-Streifen aussen bündig einlegen.
16. Bei den Kurz-Rippen für die Ruder-Aussparungen ist der hintere Flügel-Teil ebenfalls mit Alu-Dünnband einzufassen, aber noch nichts wegschneiden.
17. Die ganze Konstruktion waagrecht stellen und in dieser Position fixieren (alle Bahnen müssen hinten eingehackt sein und dürfen vorn den Boden nicht berühren)
18. Rumpf-seitig und auf der Oberseite vorn beginnend (30 Millimeter oberhalb dem vordersten Flügel-nase-Punkt) ist der erste Halbrundkopf-Stift ein zu nageln (dies ist der Nagel der Nägel); dabei die Distanz-Lehre einsetzen und noch einen weiteren Millimeter Distanz zum Alu-Dünnband vorsehen.
19. Alles noch einmal kontrollieren, das Alu-Dünnband leicht gegen die Glasfaser-Matte drücken und die Oberseite alle sechs Zentimeter (ein langes Balsa-Brett als Lehre nehmen) bis 250 Millimeter vor die Hinterkante nageln (mit dem filzigen Teil der Eisenbahnschiene immer schön entgegenhalten).
20. Die ganze Konstruktion wieder senkrecht stellen.
21. Das Alu-Dünnband anliegend über die Flügel-nase ziehen und mit Maler-Abdeckband die Bahn fixieren.
22. Nun die Unterseite analog der Oberseite alle sechs Zentimeter bis 250 Millimeter vor der Hinterkante zu ende nageln (auch hier kommt Eisenbahnschiene zum Einsatz).
23. Gleichermassen ist Bahn für Bahn vorzugehen.
24. Anschliessend die quer verlaufenden Stiften-Bahnen nageln; dazu ist vorgängig am Flügel-Teil, oben und unten auf der Höhe der quer-verlaufenden Stiften-Bahnen, ein mit Schaumstoff eingefasster 50x50 Millimeter Balken anzubringen (so ins Sandwich genommen werden die Alu-Dünnband-Bahnen an der tiefsten Stelle fixiert und lassen trotzdem noch minimale Korrekturen zu).

25. Nun ist die hintere Abschlusskante genau zu vermessen und auszurichten; allfällige Korrekturen an der ganzen Kante nur unter Einsatz von langen Alu- oder Holzleisten vornehmen (die Hinterkante einklemmen und in die richtige Länge drücken; drei Personen auf zwei Meter versprechen gutes Gelingen; eine einzelne Bahn kann auch von einer einzelnen Person bearbeitet werden; immer sicherstellen, dass das Alu-Rohr bei so Kraftakten nicht aus der Halterung springt.
26. Wenn der Abstand zwischen Balsa-Brett und hinterer Alu-Dünnband-Kante grösser als drei Millimeter ist, ist ein schmales Glasfaser-Band einzulegen (ein Balsa-Streifen ist auch gut (das Harz muss einfach die hintere Kante erreichen können).
27. Nun ist es an der Zeit die restlichen Stiften anzubringen; im hinteren Teil nur mit gekürzten Stiften nageln.
28. Links und rechts jeder Stiften-Reihe ist ein Maler-Abdeckband anzubringen; dazu die Bänder unter die Stiften-Köpfe drücken und zwischen den Stiften das Band einen Millimeter überlappen lassen (das Laminat-Harz darf nicht auslaufen können – die Stiften-Köpfe nicht abdecken); bei Alu-Dünnband-Überlappungen ist zugleich die Überlappung dicht zu machen; bei den Flügel-End-Rippen ist der Übergang vom Alu-Dünnband zur Rippe dicht zu verkleben; die quer-verlaufenden Alu-Dünnband-Überlappungen auch dicht machen.
29. Mit weiterem Maler-Abdeckband und Pack-Papier sind alle blanken Stellen abzudecken (bereits bestehende Maler-Abdeckbänder dürfen nicht überklebt werden – nur anstossend das Alu-Dünnband abdecken).
30. Beim provisorischen Deckel der Flügel-Rippe Nr. 13 sind die Stirnseiten und die hintere Deckelfläche mit Haushalts-Backpapier abzudecken (wenn vorhanden kann auch CFK-Trennfolie genommen werden – das Harz darf den provisorischen Deckel nicht permanent fixieren).
31. Die Ruder-Aussparungen sind nun zu öffnen; dazu zuerst mit Maler-Abdeckband die Schneidkanten markieren; mit der Schere in der Mitte der Aussparung mit schneiden beginnen (kleine Dreieckteile ausschneiden), aber nur bis 100 Millimeter vor den hinteren Rand der Aussparung und nicht bis an die seitlichen Ränder aufschneiden.
32. Die Feinarbeit macht man am besten mit einer neuen, kleinen und leicht gebogenen Nagelschere.
33. Das verbliebene Alu-Dünnband in der vorderen Aussparung ist als Flügel-Abschluss der Kurzrippen zu nehmen (dies ist absolute Feinarbeit und kann nur ausgeschlafen bewältigt werden); den Ruder-Radius beachten, der obere Teil muss überlappen. Wenn alles sauber ausgerichtet ist, sind die beiden Alu-Lappen dahingehend zu knicken, dass diese nicht wieder von selbst zurückspringen.

34. Zwischen die Alu-Dünnband-Überlappung am Ende der Kurzrippen ist ein weiterer Glasfaser-Streifen einzulegen.
35. Nun ist auch in der Ruder-Aussparung alles dicht zu machen.
36. Noch sichtbaren Alu-Dünnbänder sind abzudecken ohne die bereits vorhandenen Maler-Abdeckbänder zu überkleben.
37. Alle Maler-Abdeckbänder nochmals gut an das Alu-Dünnband „massieren“ ohne dabei das Alu-Dünnband zu knicken (der Kapillareffekt macht uns hier einen Bärendienst).
38. Die ganze Konstruktion ist auf Verfahrensmängel hin zu überprüfen.
39. Sollte das Alu-Dünnband unanständig Wellen aufwerfen, ist mit normalem Sperrholz eine oder mehrere Negativ-Form(en) vom Flügelprofil zu machen; dieses ist dann mit dünnem Schaumstoff zu verkleiden und auf die unanständigen Teile vom Flügel binden. Das Alu-Dünnband verschwindet dadurch zwar nicht, aber es formt dieses in symmetrische Buckel – was dann als „High Tech“ Technik verkauft werden kann.

Das soweit gefertigte Flügelsegment ist nun gefährdet wie ein rohes Ei. Jegliche harte Einwirkung auf die abgedeckte, daher nicht sichtbare Alu-Dünnband-Oberfläche verursacht Dellen! Die Konstruktion am besten senkrecht stellen und mit Schaumstoff schützen. Nicht ausgebildete Besucher fernhalten.

Ergänzende Bilder zum Aufziehen vom Alu-Dünnband



Flügel-Stifte Sperrholz Distanz-Lehre mit ein Millimeter Dicke



Das erste Alu-Dünnband auf der drehbaren Einrichtung aufgezogen. Dazu dieses ausgerichtet, über die Flügel-nase gelegt, fixiert und die Flügel-Oberseite aussen genagelt. Auf dem Bild ersetzen die Schraubzwingen die fehlenden Helfer - und taten dies gut.



Zur Erheiterung meiner Frau Gemahlin habe ich die Werkstatt von meinem engen Kellerraum (2x2 Meter Freifläche) in das grosszügig konzipierte Küche/Wohnzimmer verlegt. Sämtliche Alu-Dünnband-Enden vernagelt, die Ruder-Aussparung mit der Schere herausgeschnitten und sämtliche Aussenseiten sowie die randnahen Seiten für das Einbringen vom Laminat-Harz dicht gemacht.



Flügel-Oberteil für das Einbringen von Laminat-Harz vorbereitet (Nagel-Bahnen frei gelassen).



Flügel-Teil unten. Dieser zusätzliche Anpresse-Schaumstoff ist zukünftig (hoffentlich) nicht mehr notwendig. Kompensierende Massnahmen sind in der Instruktion bereits enthalten.

Bauanleitung für einen elektrischen Drehantrieb

Da es immer schwieriger wird Helfer zu finden (Pensionierte haben keine Zeit, Arbeitslose haben keine Zeit und Simulanten können es sich nicht leisten beim Arbeiten erwischt zu werden) ist ein elektrischer Flügel-Teil-Dreher notwendig.

Benötigte Menge	Beschreibung	Lieferant / Hersteller	Einzel-Preis	Total Euro
1 Stk.	Elektrische Bohrmaschine mit Drehzahlregelung und rechts/links Lauf	-		0
1 Stk.	Fahrrad-Pedalen-Zahnkranz (aus Abfall)	Fahrradreparatur-Werkstatt		0
1 Stk.	Fahrrad-Zahnkranz hinten (aus Abfall)	Fahrradreparatur-Werkstatt		0
1 Stk.	Fahrrad-Kette (aus Abfall)	Fahrradreparatur-Werkstatt		0
1 Stk.	Lampen Fusschalter 230 Volt	Lokaler Baumarkt		5
1 Stk.	Schraube 8x100 mm symmetrisches Gewinde plus Mutter	Handwerkerzentrum		3
2 Stk.	U-Scheiben 8x30 mm	Handwerkerzentrum		1

1. Den Handkurbel-Griff zuerst entfernen.
2. Der kleine Zahnkranz wird an die Schraube mit 8 Millimeter und Durchmesser geschraubt (zwischen die U-Scheiben geklemmt) und in die Bohrmaschine gesteckt.
3. Der grosse Zahnkranz wird über den Rohransatz vom Metall-Flansch gesteckt und mit dem Flansch verschraubt.
4. Die beiden Zahnkränze mit einer passenden Fahrrad-Kette verbinden und die Bohrmaschine am Traggestell vom Flügel-Teil rechtwinklig befestigen.
5. Die Bohrmaschine auf wenig Drehzahl limitieren und mit Maler-Abdeckband den Schalter fixieren.
6. Die mechanische Konstruktion ist vor herab fliessendem Harz zu schützen.
7. Zwischen Bohrmaschine-Stecker und Steckdose ist ein Lampen-Fusschalter zu legen.

Fertig ist die Konstruktion.

Den Innenflügel mit Laminat-Harz ausgiessen

Um die folgenden Punkte abzuarbeiten ist für eines der vier Flügel-Teile die Länge der Harz-Topfzeit plus vier Stunden einzuplanen. Dabei eingerechnet ist die Schlussbesprechung und (hoffentlich) das Feiern vom Gelingen. Diese Arbeiten möglichst an das Ende der vorhergegangenen Arbeiten anschliessen.

Sicherheitshinweis: Schutzkleidung, Schutzbrille, Atemschutzmaske und Handschuhe tragen und für gute Raumbelüftung sorgen. Für die folgenden Arbeiten werden zwei Personen benötigt.

Und noch ein Hinweis: Wer „Murphys law“ kennt der weiss, dass der Strom vor allem dann ausfällt wenn Harz angerührt wurde. Aber vielleicht hat es ja eine ganz normale Ursache: alle Lampen brennen, die Abluft läuft, die Heizung läuft, der Heizlüfter läuft und das Rühr-Werk läuft. Fazit: ein paar Kerzen sollten schon brennen und einige Taschenlampen sollten auch in Griffnähe sein.

Die Arbeiten mit Laminat-Harz am Flügel-Teil sind bei einer Temperatur von 25° C auszuführen. Der Flügel selbst und das Harz beim mischen muss ebenfalls diese Temperatur haben. Wenn die Raumtemperatur weniger ist, ist eine Plastik-Folie (Zeltdach) über den Flügel-Teil zu stülpen und mit einem Heizlüfter zu beheizen (unterhalb von 24° C ist das Harz zu wenig dünnflüssig um in alle Flügel-Ecken zu fliessen).

1. Die Flügel-Konstruktion ist mit den zwei angeschraubten Metall-Flanschen mit Rohransatz drehbar aufzuhängen und senkrecht zu stellen (Hinterkante unten).
2. Ein Drittel vom dünnflüssigen Harz (Laminat-Harz) zügig und gleichmässig in die grossen Rippen-Kammern verteilen.
3. Bei der schmalen Aussenkammer und die mit den Kurzrippen ist vorerst nur eine kleine Schöpfkelle voll einzufüllen.
4. Nun ist die Flügelnase langsam nach unten zu drehen und wieder in jede Kammer separat Harz einfliessen lassen (je eine kleine Schöpfkelle voll).
5. Die ganze Konstruktion langsam drehen bis das Harz in den Kammern gleichmässig verteilt ist und sich die Glas-Streifen bei den Alu-Dünnband-Überlappungen vollgesogen haben – auch ein paar Runden langsam rückwärts drehen.
6. Allfällige undichte Stellen sofort mit Maler-Abdeckband abdichten (dabei aber das Alu-Dünnband nicht eindrücken).

7. Die Flügel-Konstruktion ist seitlich beidseitig, oben und unten kurzzeitig zirka auf 30° anzuheben (Achtung: die Konstruktion kann auf der Gegenseite aus der Halterung rutschen).
8. Wenn sichergestellt ist, dass sich das Harz bereits überallhin verteilt hat, sind die Glas-Schnitzel pro Kammer in mehreren Intervallen über einige Minuten verteilt sparsam in die Kammern einzublasen; den Flügel dabei immer weiter drehen und gelegentlich auch nur hin und her wippen.
9. Letztlich sind Glas-Schnitzel auch beim Aussenflügel-Teil auf das Harz zu streuen und mit einem billigen Wegwerf-Pinsel in das Harz einzuarbeiten (wenn sich an den Plastik-Rippen Glas-Schnitzel anstauen ist dies nur gut für die Stabilisation); aufstehende Glas-Schnitzel mit dem Pinsel flache drücken – wenn trocken besteht Verletzungsgefahr!
10. Mit einem kleinen Spiegel an einer Verlängerung und einer Taschenlampe die gleichmässige Verteilung der Glas-Schnitzel kontrollieren und wenn notwendig gezielt ein paar zusätzliche Gramms in die Kammer pusten (sollte der Spiegel in eine der Kammer fallen ist einfach etwas Harz darüber zu leeren).
11. Die temporäre Achsstange ist gegenüber der Flügel-Konstruktion von Zeit zu Zeit zu bewegen damit diese nicht anklebt.
12. Die ganze Konstruktion wie ein armes Spanferkel langsam weiter drehen bis das Harz gerade noch fliesst (warme Honig-Konsistenz hat).
13. Die temporäre Achsstange sofort entfernen und die Konstruktion tragend weiter drehen (Handschuhe tragen) bis das Harz gerade nicht mehr fliesst (kalte Honig-Konsistenz hat).
14. Mit der Unterseite nach unten ist das Flügelteil auf eine gepolsterte Unterlage zu legen.
15. Die Achsstange durch eine Drittperson mit Schleifpapier von Harz und Glas-Schnitzel befreien.
16. Die Stiften umschliessenden Maler-Abdeckbänder auf der Oberseite sind sorgfältig zu entfernen (seitlich und rechtwinklig abziehen); darauf achten, dass das mit Harz kontaminierte Maler-Abdeckband das Alu-Dünnband nicht wieder berührt (die restlichen Alu-Dünnband Schutzabdeckungen noch nicht entfernen)
17. Unter Einsatz der Ein-Millimeter-Abstand-Lehre und das Rundloch über den Nagelkopf gelegt sind die Halbrundkopf-Stiften mit einem kleinen Hammer moderat einzuschlagen (Alu-Dünnband bündig bis zur minimalen Delle Bildung); die dabei entstehenden kleinen Harzausbuchtungen an den Rändern und Überlappungen sind zu belassen; nach jedem eingeschlagenen Stift ist die Ein-Millimeter-Abstand-Lehre von allfälligem Harz zu reinigen.

18. Die Flügel-Konstruktion drehen und gleichermassen vorgehen wie beim vorangegangenen Punkt.
19. Die Maler-Abdeckbänder bei den CFK-Rohr Durchführungen entfernen.
20. Die restlichen Abdeckungen entfernen.
21. Solange das Harz noch nicht vollständig ausgehärtet ist, ist der mit Backpapier eingefasste Deckel am Flügelende anzubringen und umgehend wieder zu entfernen (sollte dieses Teil nicht mehr in die Aussparung passen, da auf Teufels Befehl länger geworden, können die Alu eingefassten Ränder flach geschlagen oder sogar abgeschliffen werden).
22. Die Konstruktion wieder in die Drehvorrichtung hängen und mit einem Heizlüfter auf zirka 30° Celsius erwärmen (nicht punktmässig erhitzen), dabei die Konstruktion drehen bis das Harz ganz hart ist (die Achsstange auch wieder von Zeit zu Zeit gegenüber der Flügel-Konstruktion bewegen damit sie nicht anklebt).
23. Mit Schleifpapier die Aussenlöcher innen anschleifen (die eingeblasenen Glas-Schnitzel können senkrecht zur Harzfläche stehen, daher besteht Verletzungsgefahr wenn in den ausgehärteten Flügel gegriffen wird).
24. Zum vollständigen aushärten vom Flügel-Teil ist dieser für 48 Stunden in einen gut beheizten Raum zu stellen (wenn möglich auf einen Heizkörper - ohne allerdings direkten Kontakt zu diesem zu haben).

Ergänzende Bilder zum Laminat-Harz einbringen



Den Aussenflügel-Deckel entfernt und den Blick von oben auf das mit sechs Millimeter Glas-Schnitzel verstärkte Plastik-Gitter gerichtet (bereits laminiert). Gut ersichtlich ist wie das Harz das Plastik-Gitter überzieht und die Glas-Schnitzel bindet.



Fertig erstellter End-Flügel-Teil. Mit Vorbohrungen für die Stiften und aufziehen von dickerem Alu-Dünnband (0,3 Millimeter) wird zukünftig die Voraussetzung gegeben, dass Dellen verhindert werden können. Die auf dem Alu-Dünnband verbliebenen Harz-Rückstände werde ich entfernen wenn meine Fingernägel wieder nachgewachsen sind.

Nachbearbeitung

1. Nach vollständigem Aushärten vom Harz sind die Löcher für die CFK-Hilfsholme (Ruder-Achsen) auszubohren (der verstellbare Flachbohrer kommt zum Einsatz); den Flachbohrer sofort zurück ziehen wenn sich das Alu-Dünnscheibe als Scheibe mit dem Bohrer dreht, die Alu-Scheibe entfernen und die Bohrung vollenden (Achtung: die beiden Rippen-Seitenteile haben unterschiedliche Löcher-Durchmesser, nämlich rumpf-seitig 22 und aussen-seitig 20 Millimeter).
2. Auf der Unterseite sind im Abstand von 80 Millimeter ab Hinterkante alle 60 Millimeter gekürzte Stifte einzuschlagen. Eine gebogene Spitzzange hilft die Stiften zu halten (mit einem 1,5 Millimeter Bohrer vor-bohren und jede Stift-Spitze vorgängig in Epoxyd-Harz tauchen).
3. Alle Harz- und Klebband-Rückstände entfernen (dazu keine harten Gegenstände verwenden). Ob sich Etiketten-Entferner auf Alu bewährt wurde noch nicht getestet.
4. Beim rumpf-seitigen Flügelteil sind sämtliche Gewichtseinsparungs-Löcher an den seitlichen Rippen wieder zu verschliessen, dazu können die bei der Rippenherstellung ausgesägten runden Dinger verwendet werden (die Flügelteile werden zu Schwimmkörper). Beim End-Flügelteil sind nur die rumpf-seitigen Gewichtseinsparungs-Löcher zu schliessen.
5. Wenn alle Flügelteile erstellt wurden, sind die CFK-Rohre in diese zu stecken und die Stossstellen dahingehend zu schleifen (oder aufzutragen), dass die Flügelhälften letztlich bündig und symmetrisch da liegen. Wenn zwischen den Flügelteilen ein paar Millimeter Unterschied festgestellt werden, ist dies kein Problem. Dies wird später nicht sichtbar sein, da die starren Seitenruder dazwischen kommen. Ist der Unterschied viel grösser hat man wahrscheinlich einen Kreis-Vogel gebaut.
6. Alle Flügelteile sauber machen und falls der Gesamteindruck Angst einflössend ist, sind diese mit schwarzer Farbe sparsam einzufärben.

Änderungen am Test-Flügel-Teil versus Instruktion

Der Flügelteil wurde in der Länge gekürzt. Konkret, es wurde nur ein 50 Zentimeter-Segment erstellt (die Flügeltiefe wurde beibehalten). Zudem wurde die Ruder-Aussparung auf 25 Zentimeter beschränkt. Das heisst, Rippe Nr. 10 wurde weggelassen.

Anstelle von Wasserfestem Sperrholz wurde normales Birkensperrholz eingesetzt von nur sechs Millimeter Dicke.

Bei Rippe Nr. 12 wurde der mittlere Teil (Deckel) nicht rechtwinklig zur unteren Profilkante ausgesägt (was ein ärgerliches nach unten wandern zur Folge hatte).

Anstelle der 160 g/m² Glas-Hohlfaser-Matte wurde nur ein 24 g/m² Leichtgewebe genommen.

Auf Grund der gemachten Erfahrungen wird beim Alu-Dünnband eine Dicke von 0,3 Millimeter vorgeschlagen. Beim vorliegenden Test-Flügel-Teil wurde aber noch mit einer Alu-Dünnband Dicke von 0,2 mm gearbeitet (was letztlich auch in diversen unschönen Knick-stellen resultierte).

Was wird beim nächsten Flügel-Teil anders gemacht

Die hinterste, untere Holzfeder werde ich durch eine stabile, 20 Millimeter breite Holzleiste ersetzen und diese wird mit der Breitseite nach aussen eingeleimt (ist in dieser Instruktion bereits vorgesehen). Dies ermöglicht dann eine zusätzliche längsseitige Stiften-Reihe zu setzen (was das Einpacken vor dem Einbringen mit Laminat-Harz mit Schaumstoff ersparen wird).

Zudem sollen die Löcher für die Stiften vor-gebohrt werden (um grössere Dellen zu vermeiden).

Der mittlere Teil der Rippe Nr. 13 (der Deckel-Platzhalter) muss beidseitig um zwei Millimeter verbreitet werden (um später mehr Platz für den Alu eingefassten Deckel zu haben).

Rudernsteuerungen

Die folgenden Kapitel werden erst dann ergänzend zu bereits Erwähntem beschrieben, wenn sich die restlichen Konstruktionselemente „gefestigt“ haben.

Quersteuer

Die Quersteuer-Ruder Anlenkung erfolgt durch die Flügel-Teile.

Seitensteuer

Die Seitensteuer-Ruder Anlenkung erfolgt ebenfalls durch den Rumpf seitigen Flügel.

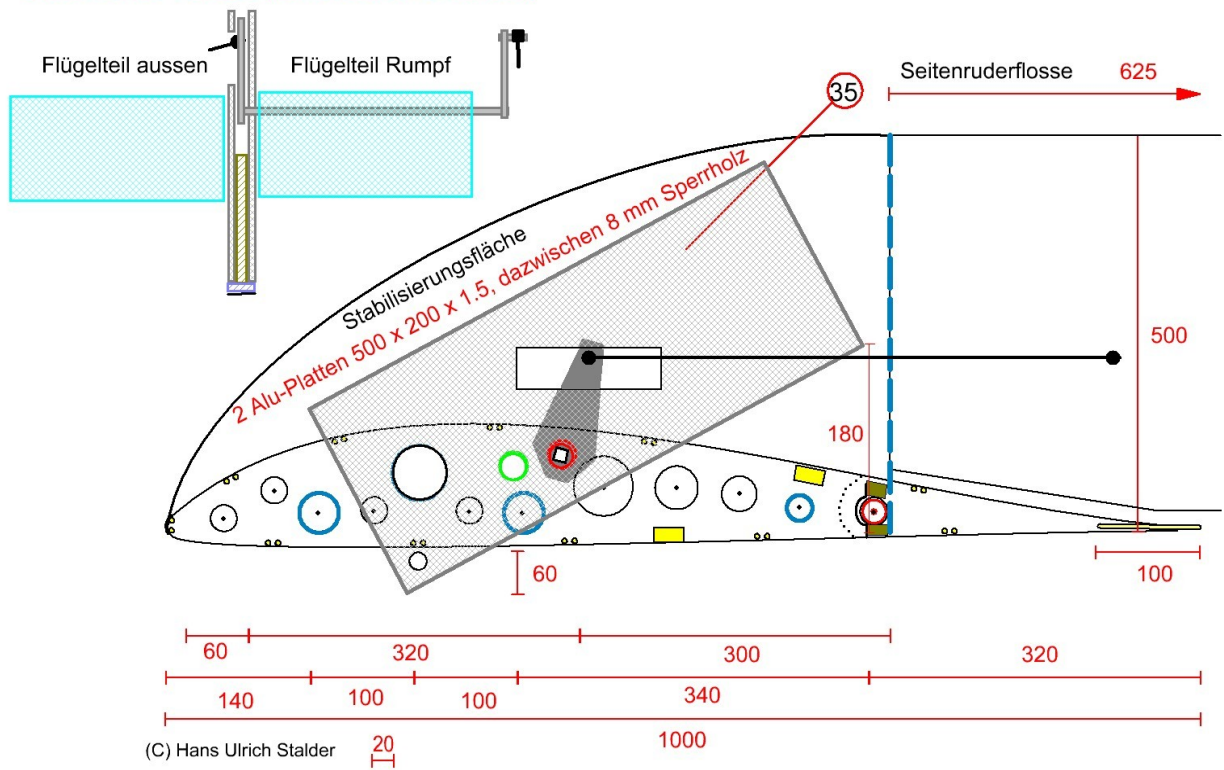
Die Ruder-Anlenkung ist in einem eigenständigem Sandwich-Aufbau untergebracht. Diese ist zwischen die beiden Flügelteilen geklemmt. Die folgenden Erklärungen beziehen sich auf die schematische Darstellung von links nach rechts, nach dem äusseren Flügelteil beginnend.

- Alu-Platte zwei Millimeter gemäss Zeichnung (unten im Bild), im oberen Teil mit einer Aussparung.
- Eine Sperrholz Abstandhalter-Platte (5 Millimeter) folgt (im Aussparung-Bereich nur bis zirka 10 Zentimeter unterhalb der Alu-Oberkante); im oberen Bereich befindet sich ein Schwenkhebel zur Ansteuerung vom Ruder, dieses hat oben ein angeschraubtes Kugelgelenk; unten hat es eine Vierkant-Aussparung für das Alu-Vierkant-Rohr.
- Alu-Platte zwei Millimeter gemäss Zeichnung mit einer runden Aussparung für das Alu-Vierkant-Rohr vom Flugzeug-Rumpf kommend.

Die Sandwich-Konstruktion wird im Flügelbereich der Flügelkontur mit Sperrholz angepasst und hat ein Alu-Band als Abschluss, das auf ein Filzband geklebt wird (alles zusammen mit Harz verleimt und zusätzlich vernietet). An den oben aus dem Flügel ragenden Teil werden zwei Alu-Seitenplatten genietet und bilden den fixen Teil vom Seitenruder (Dämpfungsteil). Im hinteren Teil vom fixen Ruder ist senkrecht das Ruder-Scharnier angebracht.

Bei Alu-Holmen werden am unten aus dem Flügel ragenden Teil die Flügelhalteseile zur Flügelstrebe befestigt, bei CFK-Holmen wird dieses Loch für die Flugzeugverankerungs-Seile benutzt.

Seitensteuer-Aufbau (schematischer Aufbau)



Dadurch, dass am Ende vom Rumpf-seitigen Flügelteil eine Flügelstrebe eingebaut wird, kann auf die beiden Hilfs-Holme, rechts und links vom Haupt-Holm, verzichtet werden.

* * *

* * * * *