

008 „Pterodactyl“, die Drohne

Von Michal Šíp

Die Aufgabe lautete: Eine größere Drohne zu bauen, die FPV- und Videokameras, Fotoapparate, einen Autopiloten tragen kann und professioneller funktioniert. Mit professionell war gemeint: Vielseitig einsetzbar, schnell aufzurüsten und das Wichtigste, variable Halterungen und Befestigungen für das Equipment, anstatt für jeden Flug meterweise Klebeband zu benötigen. Ich hasse Klebeband.

Vorbildlich oder frei?

Gibt es Vorbilder? Ja, die Drohnen. Die meisten, jedoch nicht alle, wurden für militärische Einsätze entwickelt. Aus meiner Sicht, die eines Modellbauers, war die Altair die schönste von allen.



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/index.html>
NASA Photo: ED05-0082-03 Date: April 20, 2005 Photo By: Tom Tschida

Die Nasa-Drohne ALTAIR. Ihre Aufgaben bestanden in Umweltbeobachtung. Die immer noch eindrucksvolle High-Tech Maschine ist inzwischen 10 Jahre alt – Erstflug fand 2003 statt. Spannweite über 26 Meter, GPS Navigation, Flugdauer bis zu 32 Stunden.

Bild: NASA Photo, im Web:

http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/Photo/Altair_PredatorB/HTML/ED05-0082-03.html

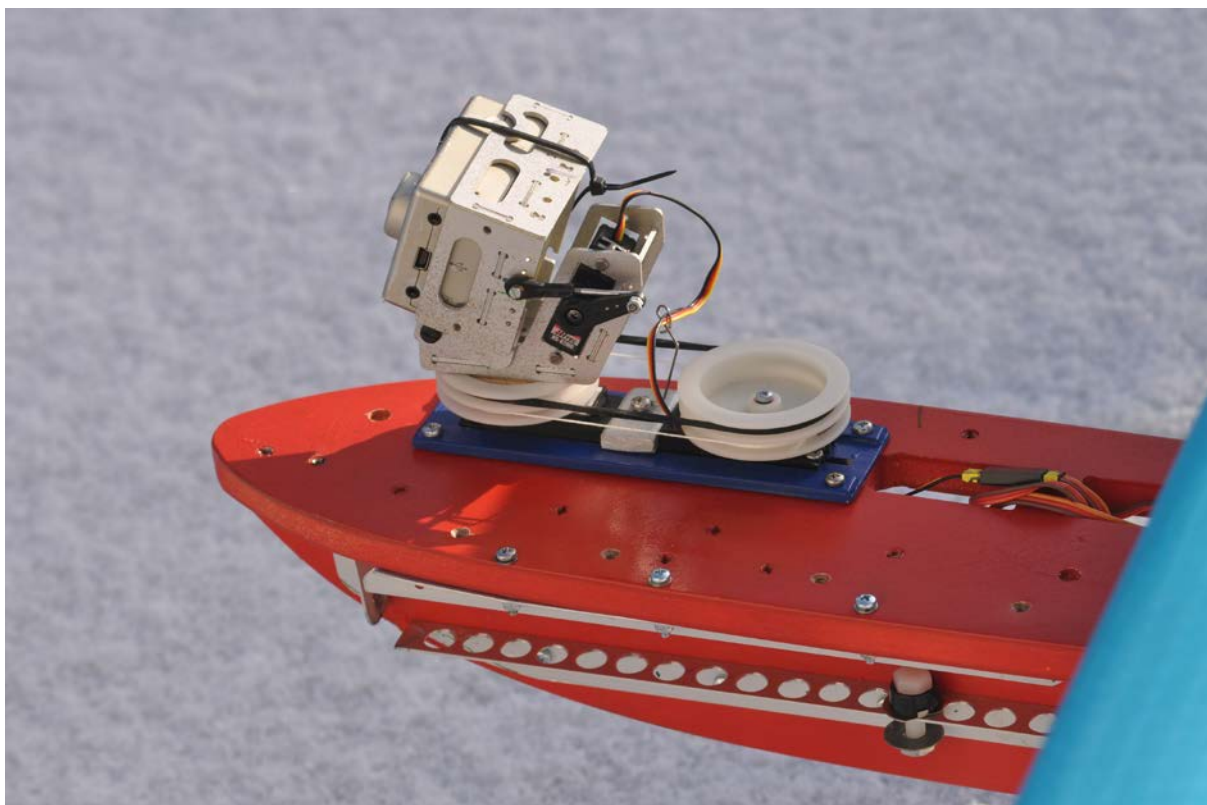
Die als FPV-, Video- und Fotoflieger Modell-Altair wäre aber ein harter Brocken auf dem Baubrett: Wegen der Flächentiefe (Streckung 23) notwendigerweise große Spannweite, ein spezielles Einziehfahrwerk, ein 4 - Klappen- Flügel und so weiter und so fort.



Minimallösung. Nicht mehr als das, was man zum Fliegen unbedingt braucht. Und auch nichts weniger. Flügel, Leitwerk, Motor als Druckantrieb, Räder und die alles zusammen haltenden Platten, die den Namen Rumpf nicht unbedingt verdienen.

Andersherum an die Sache ranzugehen, wurde dann viel spannender. Die Montageplattform, groß und flexibel, wurde zum Ausgangspunkt, dazu kam der Rest, den man zum Fliegen braucht.

Auf die Plattform sollte vielerlei draufpassen, mit unterschiedlicher Größe und Gewicht. Dabei sollte der Schwerpunkt immer einigermaßen stimmen, also Montageort variabel bleiben. Die Platte muss also groß genug sein, mit vielen Löchern und eingelassenen Gewindehülsen.



Die horizontale Montageplattform, hier nur mit einer GoPro Kamera in einer Tilt Pan Halterung belegt

Modelldaten

Spannweite:	220 cm
Flügelteufe:	32,5 cm
Länge:	152 cm
Abmessungen Querruder:	45,5 x 11,5 cm
Flügelprofil:	Clark Y, Dicke 4,2 cm (an höchster Stelle, einschl. Beplankung)
Rippenabstand:	5,8 cm (19 Rippen je Flügel, auf 104,5 cm Spannweite (+3 cm Balsa-Endrippe))
Profil Leitwerk:	symmetrisch
Leitwerk Tiefe innen / außen:	19,3 cm/15,5 cm
Leitwerksprofil Höhe Innen / außen:	1,8 cm / 1,4 cm
Leitwerkshälfte Spannweite real:	37,5 cm
Strebe:	Länge von Loch zu Loch 36,5 cm. Verankerung zwischen Rippe 6 und 7, Verankerungspunkt 30 cm von der Wurzelrippe
EWD:	Die Profilunterseite parallel mit Leiterksträgerrohr und parallel mit der horizontalen Rumpfplatte
Rumpfbreite am Flügelanschluss:	5 cm
Schwerpunkt:	ca. 30–35% der Flächentiefe (10–11,5 cm von der

	Nasenleiste)
Fluggewicht:	ca. 4000 g
Antrieb:	Brushless, Spezifikation ca. 4 kg Trainer, 12 Zoll Luftschraube, Akku 4s oder 5 s, ca. 3200 mAh Im Bauplanmodell MVVS 8.0/680 und 12x6 Dymond – E – Prop. Akku 4s oder 5s, je nach Zuladung. 3200 mAh

Material:

Balsabrettchen 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 8 mm, 10 mm

*Sperrholz Pappel 2 oder 3 mm, Birkensperrholz 2 mm, gutes vielfach verleimtes
Sperrholz 5 mm und 10 mm*

Glasgewebe 40 g/ m² und 60 – 80 g/m²

Alu hart, 3 mm und 4 mm (Fahrwerk und Strebenhalterungen)

Alu-Rohr, Ø 8/6 mm, Ø 6/4 mm, Streben und Flügelstifte

Flügel: Balsaleisten für Holme, 10x15 mm

Balsaleisten für Nasenleiste, 20x12 mm

Rippen 3 mm Balsa + Sperrholz 5 mm

Beplankung 2 mm Balsa

Leitwerk:

Balsaleisten Holme, Balsa 3x8 mm

Balsaleisten Nasenleiste, 8x8 mm

Rippen 2 mm Balsa und 2 mm und 1,5 mm Sperrholz

Beplankung 1 mm Balsa

Rumpf: Balsa 10 mm, Sperrholz 2 mm, Pappel und Birke, Sperrholz 10 mm

*Leitwerksträger: GFK-Rohr, 850 mm lang, 29/27 mm (Bezogen von
<http://www.carbonscout-shop.de>). Alternativen möglich, andere*

Durchmesser oder auch C-Rohr

Anlenkungsteile, Ruderhörner, Gabelköpfe, GFK-Schubstangen für 2 mm

Bowdenzughüllen zur Leitwerksanlenkung

Leitwerkslagerung: 4–6 mm Ø Stab und darauf spielfrei laufendes Rohr.

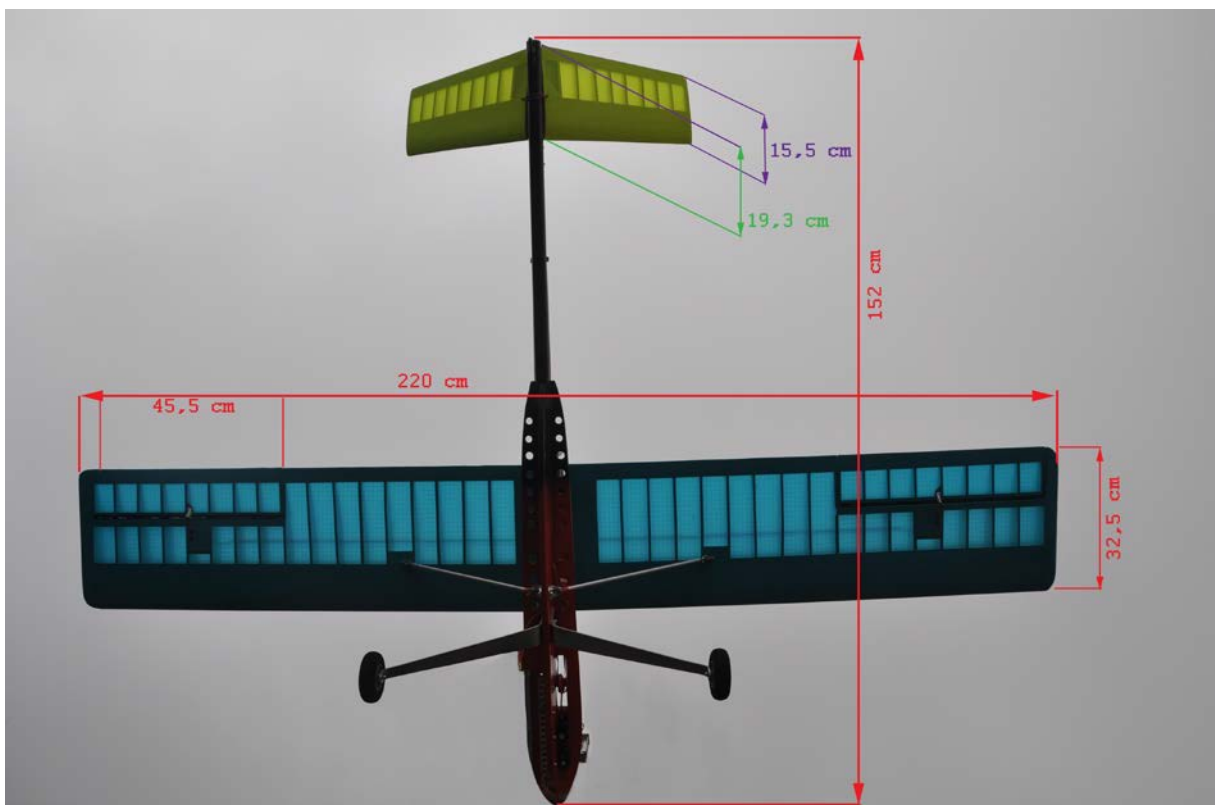
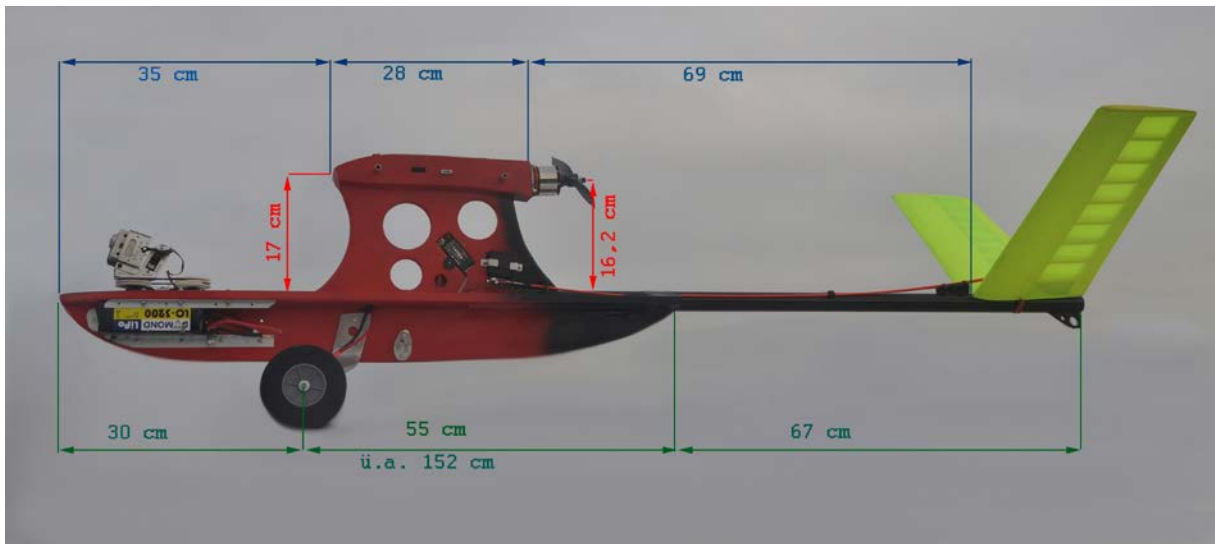
(Bauplanoriginal: 6 mm GFK-Rundprofil, außen Leichtmetallrohr Ø 7/6 mm)

2 Räder leicht, Ø 95 mm

Bespannmaterial: Icarex 31 g/m² (Drachenbauläden. Z.B. <http://www.metropolis-drachen.de>)

Kleinteile, Schrauben, Klebstoffe, Epoxidharz, RC Ausrüstung

Antrieb



Das Profil, ein Klassiker

Weil der Schwerpunkt bei unterschiedlicher Beladung nicht immer so genau einzuhalten ist, darf man ihn auch nicht so ernst nehmen. Welches Profil kümmert sich wenig um den Schwerpunkt? Richtig, Clark Y. Keine Experimente.

Abgestrebt: Keine Nostalgie

Die Flügelstreben haben eine doppelte Funktion. Sie tragen einerseits den Flügel, sie versteifen aber gleichzeitig das Modell, in dem sie den in der Querachse liegenden Flügel mit der in der Hochachse stehenden Platte des Rumpfes verbinden.



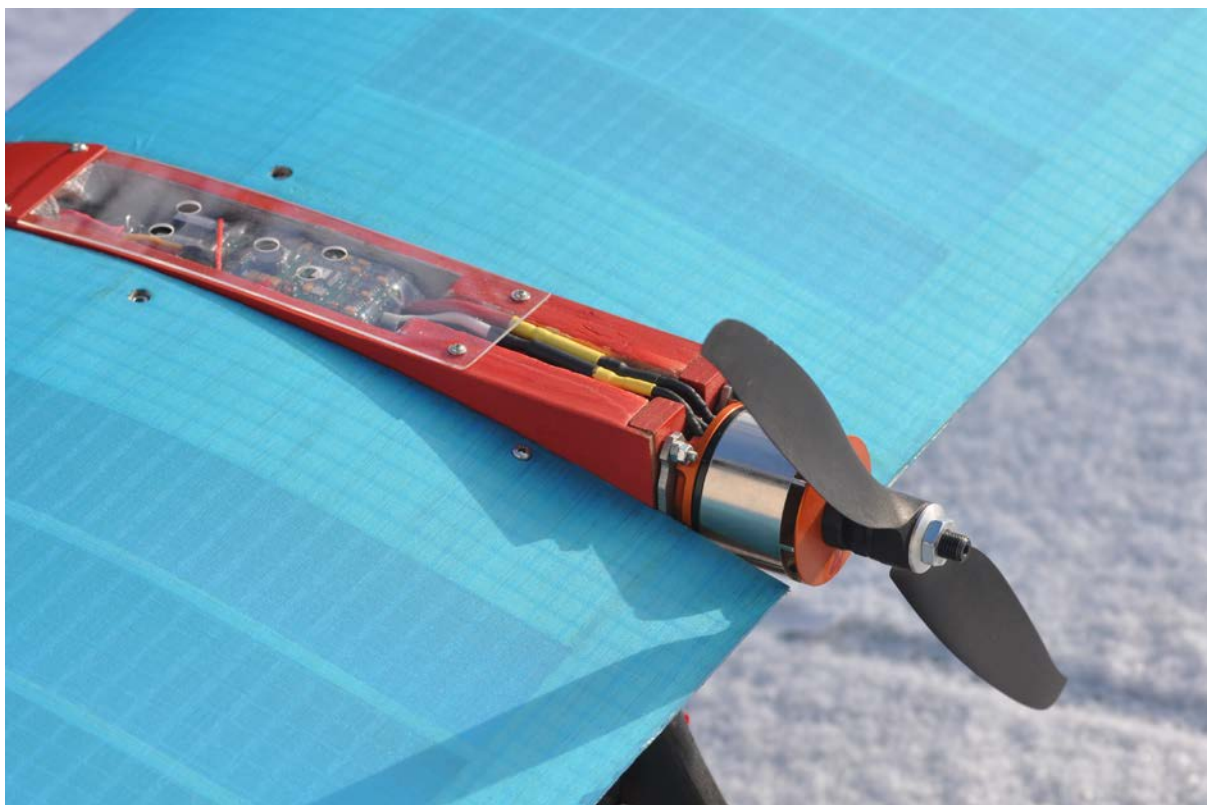
Froschperspektive: Eine Strebe, das Fahrwerk, Empfänger, Servos, Kabel zum Akku (dieser hier nicht installiert, er wird zwischen zwei Aluschienen geschoben; wird anstatt eines 5s ein 4s Lipo verwendet, kann der dünnere Akku mit einem Balsabrettchen „aufgedickt“ werden. So braucht man nicht die Schienen zu versetzen



Der Akku wird zwischen zwei Aluschienen gesteckt. Die Halterung mag auf den ersten Blick unsicher erscheinen, sie ist es aber nicht. Der Akku kann nicht herausfallen. Für Schwerpunktkorrekturen kann er hin und her geschoben werden

Wer treibt uns an?

Der MVVS 8.0/680. 7 Windungen, für 4–5 Lipos ausgelegt. Ein schöner, präzise gearbeiteter, aktiv gekühlter Motor aus tschechischem Brünn. Es gibt natürlich genug Alternativen. Der Motor sollte in seiner Spezifikation einen 4 kg Trainer antreiben und mit einer 12 Zoll Luftschraube arbeiten können.



Der Antrieb, ein MVVS-Außenläufer mit Gebläse, hat für das 2,20 m-Modell mehr als genug Kraft. Der Regler ist oben im Rumpfmittelstück untergebracht

Wer macht den Krach?

Ein Dymond-E-Prop 12x6 schiebt den Flieger nach vorn und macht dabei ziemlich viel Krach. Das ist leider die Unart aller Pusher-Antriebe, der Grund ist einfach zu definieren und unmöglich zu eliminieren: Die Interferenzen in den Strömungen am Flügel und Prop. Oder einfacher: Von der Profiloberseite kommt die Luft etwas schneller an als unten am Flügel, was schon allein an jedem Profil für Wirbel sorgt. Und in die dort entstehende Unruhe hauen wir nun mit einem Propeller hinein, Mal von unten, Mal von oben und immer schnell. Das kann nicht geräuschlos vor sich gehen.



Der Propeller in Druckanordnung ist ziemlich laut. Das ist physikalisch bedingt und wenig beeinflussbar. Dafür stört die Luftschraube nicht bei Foto- und Videoaufnahmen

Ein Leitwerk aus Faulheit

Die Faulheit bestimmte die Wahl eines V-Leitwerks. Eine Fläche weniger zu bauen, nebenher auch noch Gewicht zu sparen, auch weniger bewegte Massen im Fall eines Falles. Ich habe viele V-Leitwerkler.

Das auch noch: V als Pendelleitwerk

Ein Pendelleitwerk in Kombination mit V-Anordnung ist, so die Theorie, beinahe verboten. Nun bin ich, wegen der fortwährenden Faulheit, auch ein großer Freund von Pendelleitwerken in allen Konstellationen. Der Grund? Kein Rechnen der EDV, kein Messen, Vermessen, falsches Messen beim Bauen. Die EDW wird erst am fertigen Flieger durch Trimmung eingestellt.

Am 008 ist also ein V-Leitwerk in Pendelausführung montiert. Es funktioniert. Da ich aber inzwischen die richtige EWD kenne, verrate ich sie auch gern. Der Leitwerksträger, also das Rohr, steht exakt parallel zur Unterseite des Profils. Und das Leitwerk steht in 0°-Stellung exakt auf der Mittellinie des Leitwerksträgers, also der GFK-Rohres.

Wer will, der darf also auch anders. Mit einem festen Leitwerk und Rudern ist der Bau einfacher und die Reaktionen auf Leitwerk vielleicht feinfühlicher (ich verspreche: Es geht sehr gut auch pendelnd, wenn man auf Spielfreiheit in der Anlenkung achtet).



Große Ltw.-Fläche und trotzdem in Pendelausführung. Es funktioniert. Die Bowdenzüge müssen so fixiert werden, dass die Außenhüllen bei Belastung nicht nachgeben. Die ganze Anlenkung muss möglichst spielfrei sein

Der Rest

Außer dem Leitwerk finden wir hinten lediglich das GFK-Rohr als Leitwerksträger. GFK, also Glasfaser, weil darin die 35 MHz Antenne verlegt werden kann. Und 35 MHz waren nötig, weil die auf 2,4 GHz arbeitende FPV-Anlage eine Frequenztrennung wollte. Wer keinen FPV einsetzen will oder diesen auf 5,8 GHz betreibt, wird für 2,4 GHz des RC keine langen Antennen verlegen müssen. Er kann anstatt GFK ein Rohr aus Kohlegewebe nehmen. Ein solches, aus Interesse gekauftes Kohlerohr, mit gleichem Außendurchmesser, zeigte sich im Übrigen als genauso schwer wie das deutlich dünnwandigere GFK. (GFK: 175 g/m, CFK: 169 g/m.) Das Modell hat also als Rumpf zwei über Kreuz stehende Platten, hinten dann, mit dem Leitwerksrohr, keine Seitenrumpffläche. Ein senkrechttes Seitenleitwerk fehlt auch – es wird ja vom V-Leitwerk simuliert. Fliegerische Probleme deshalb? Keine.

Der Name

Dieses Flugzeug sollte Dinge tragen, die normale Modelle nicht schleppen müssen: Video- und Fotokameras, Sensoren, Autopilot-Elektronik. Klingt alles nach Spionage. Also wäre „007“ nur richtig. Dann kamen mir Bedenken. Vielleicht könnte ein amerikanischer Winkeladvokat den Modell-Aviator in die Hand bekommen und finden, „007“ sei ein geschützter Name und ich möchte bitte umgehend 50 000 \$ an Lizenzgebühren überweisen, womit mein Bauplanhonorar beinahe aufgezehrt wäre. Nein, das wollte ich nicht. Mit „008“ liege ich dagegen auf der sicheren Seite. Oder meldet jemand Ansprüche?
Der Nachname Pterodactyl kam erst später dazu. Ich habe einen kleinen Enkelsohn. Die Dinos, Sie wissen schon...

Einfach, nur einfach



Foto- und Videoausrüstung werden einfach mit Zollschrauben an ihren Stativgewinden festgeschraubt. Die Canon-Fotokamera wiegt, mit

Auslösevorrichtung, etwa 430 Gramm. Auch das ist noch „tragbar“. Die 300-Gramm-Panasonic ist dagegen ein Leichtgewicht

Der Rumpf mit diversen Bohrungen, Öffnungen und an vielen Stellen eingearzteten M3-Mütern lässt das Equipment schnell an- und abschrauben. Für Fotogeräte sind noch Löcher für Stativschrauben vorgesehen (Schrauben mit Zollgewinde. Im Foto- oder gut sortiertem Werkzeughandel erhältlich). Die Befestigungspunkte muss jeder nach den von ihm geplanten Einsatzgeräten selber bestimmen. Der Flugakku (4s oder 5s) ist für Schwerpunktkorrekturen verschiebbar.

Der Bau: Jeder hat die Wahl

Die Bauanleitung kann man als eine Art open source nehmen. Jeder kann alles variieren. Obwohl, so hoffe ich, das Modell nach diesen Unterlagen auch genau 1:1 nachgebaut werden kann.

Beim Rippenbau des Flügels mit dem dicken Profil ist keine filigrane Arbeit zu leisten. Ihn aus beplanktem Styropor oder ganz aus Depron zu erstellen, ist sicherlich auch möglich.

Die Bauanleitung

Die Bauanleitung ist sehr ausführlich, für Erfahrene vermutlich streckenweise unnötig detailliert. Ein Text für Download kostet aber kein Papier und kann sein, dass einige die Ausführlichkeit begrüßen werden. Ich denke an den RTF-Flieger, der den 008 Interessant findet und beschließt, diesmal, vielleicht zum ersten Mal, selber zu bauen. Ein solcher Umsteiger vom Fertigmodell zum Eigenbau, also einer, der sozusagen rückwärts in den Modellbau einsteigt, sollte auch klarkommen. Vier Blatt Zeichnung liegen vor, mit abgebildeten Maßskalen. Blatt 2 ist der mittlere Teil der vertikalen Rumpfplatte, Blatt 1 die beiden übrigen Teile sowie Rippen. Blatt 3 die Horizontalrumpfplatte, Blatt 4 das Leitwerk. Die Fotos dürften alle weiteren Fragen beantworten.

Der Flügel und seine Spannweite

Beginnen wir mit dem Flügel. Die Spannweite beträgt 220 cm (mit dem Rumpfmittelstück), davon entfallen 107,5 cm auf jede Flügelhälfte. Die Endrippe ist 3 cm breit. Es verbleiben für jede Flügelhälfte 104,5 cm für das Gerippe. Das heißt, 104,5 cm lange Holmleisten und Balsabrettchen für die Beplankung, die aber normalerweise nur in 1 m Längen lieferbar sind. Nun werden Sie sich fragen: Hat der Konstrukteur nach 2 Jahren intensiver Rechenarbeit an NASA – Computern und 3 Monaten Windkanaltests diese Spannweite als die einzig mögliche ermittelt? Oder hat er eine Meise und zwingt er uns lächerliche 4,5 cm anzuschärfen? Weder noch. Ich weiß wirklich nicht, weshalb es 104,5 cm geworden sind. Aber 220 cm Gesamtspannweite waren mir irgendwie sympathisch und an einen Bauplan/Nachbau hatte ich dabei noch gar nicht gedacht.

Also: Sie machen es genauso wie ich und verlängern die 4 Beplankungsbrettchen und 4 Holme um 4,5 cm, was ja keine große Kunst ist. Oder Sie werden vernünftig, bauen mit 1-m-Standardmaßen und haben am Ende eine Spannweite von 211 cm. Was ja auch schon ganz ordentlich ist.

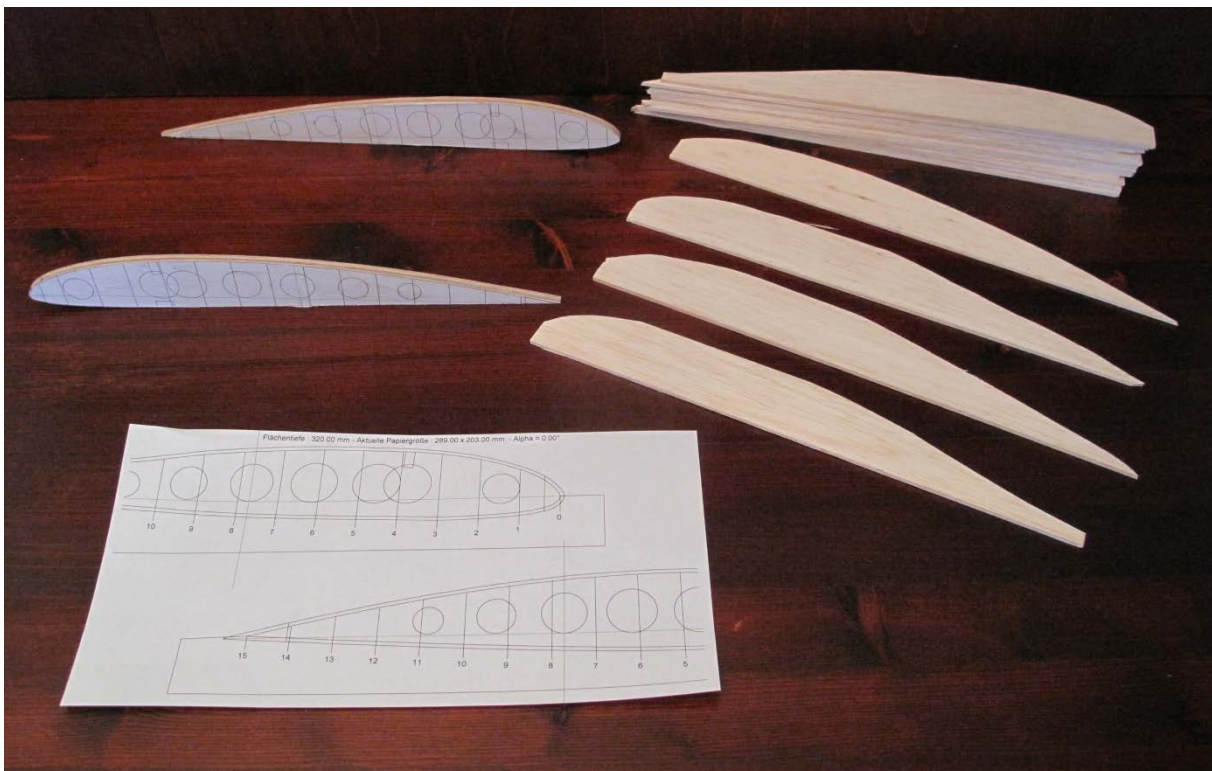
Die Rippenblöcke

Die Rippen: Für den Flügel machen wir zweimal 18 Stück aus 3 mm Balsa und 2 Stück Muster/Wurzelrippe aus ca. 5 mm starkem Sperrholz (Flugzeugsperrholz oder gutes mindestens 5fach verleimtes Birkenperrholz. Wenn nicht zur Hand, nimmt

man, wie beim Bauplanmuster, 2x 3 mm Sperrholz, stellt 4 Musterrippen her und leimt jeweils zwei aneinander).

Der Abstand der Rippen voneinander beträgt 5,8 cm bzw. 5,5 cm bei Berücksichtigung der Materialstärke. (Wenn Sie sich für die verkürzte Spannweite entscheiden, dann können Sie 1 Rippe weglassen. Es sind dann 2 x 17 aus Balsa und 2 aus Sperrholz. Ca. 5,9 cm beträgt dann der Rippenabstand.)

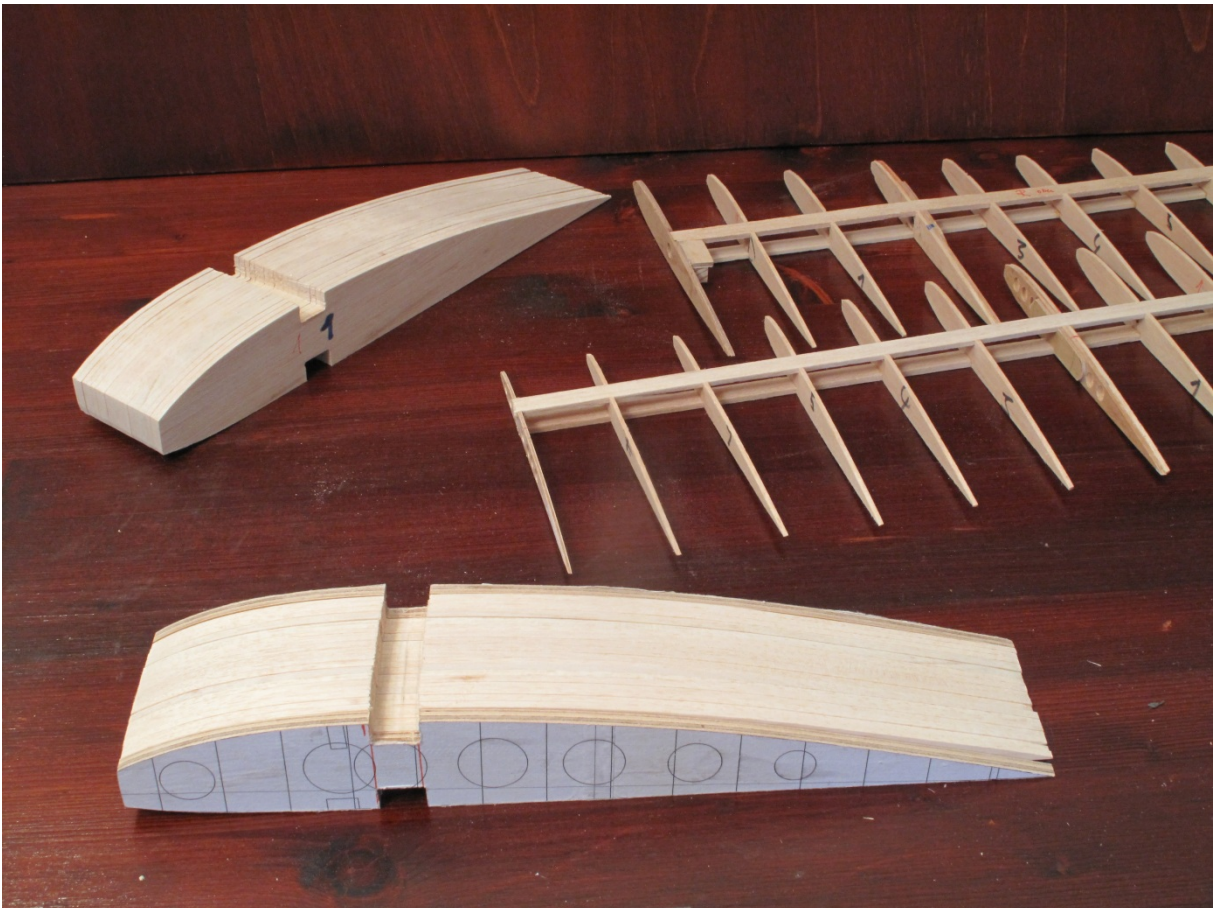
Der Flügel ist ein Rechteck und alle Rippen gleich. Zunächst die Musterrippen, die gleichzeitig Wurzelrippen werden, aussägen. Die Balsa-Rechtecke für die einzelnen Rippen haben eine gerade Unterseite, das erleichtert deren Ausrichtung. Daher schleifen wir unsere Balsastreifen für die Rippen auf der Unterseite plan, damit schaffen wir eine gemeinsame Linie. Und auch wenn alle Rippen gleich sind, manche werden eben gleicher. Will heißen: Es ist kaum zu vermeiden, ganz kleine Unterschiede „einzuschleifen“. Daher die Balsastreifen im Block nummerieren, damit später immer die beim Schleifen gewesenen Nachbarn zusammen kommen. So. Nun setzen wir die Musterrippen außen an beide Seiten des Blocks an und klemmen alles in den Schraubstock. Mit Raspel, Feile und Schleifplatte wird nun das Profil herausgearbeitet. Eine Bandschleifmaschine ist hierbei hilfreich und sehr flott, wir müssen aber gefühlvoll arbeiten. Die Musterrippen sollten ja mustergültig bleiben und nicht mit heruntergeschliffen werden. Wir brauchen sie ja auch weiter, die Musterrippen, für den zweiten Rippenblock (alle Rippen auf einmal herzustellen wäre zu viel, der Block zu breit).



Der Anfang...



Die Arbeit...



Das Ergebnis. Im Bild auch das bereits fertige Leitwerksgerippe

In die Wurzelrippen bringen wir in einem Bohrständer 8 mm Löcher für die Alustifte der Steckung und legen dabei ein Stück Sperrholz in Rippengröße dazu – es wird später als Schablone für die Bohrungen im Rumpf dienen. Auch die die Einschnitte für die Kabeldurchführung oder Buchsen für die Qurruderservos werden angebracht. In die Wurzelrippen Einschnitte für die Balsaholme 15x10 mm anbringen und danach diese im Block aussägen bzw. ausfeilen. Mit einem Leistenstück immer probieren, die Leiste sollte stramm sitzen: Je genauer die Einschnitte sind, desto leichter und angenehmer der spätere Bau; es hält wie Lego zusammen. Danach sägen wir die Nase ab, und zwar dort, wo diese vorn 20 mm hoch ist. Später kommt hier die Nasenleiste angeklebt. Nun haben wir die beiden Rippenblöcke für die Flügelhälftenmontage. Bevor wir es vergessen – irgendwas vergisst man immer: In die Balsarippen die Löcher für die Servokabel bis zu den QR-Servos bohren! Ich verwende als Führungsrohre, damit die Kabel nicht „herumschlackern“, dickere ineinander gesteckte Strohhalme.

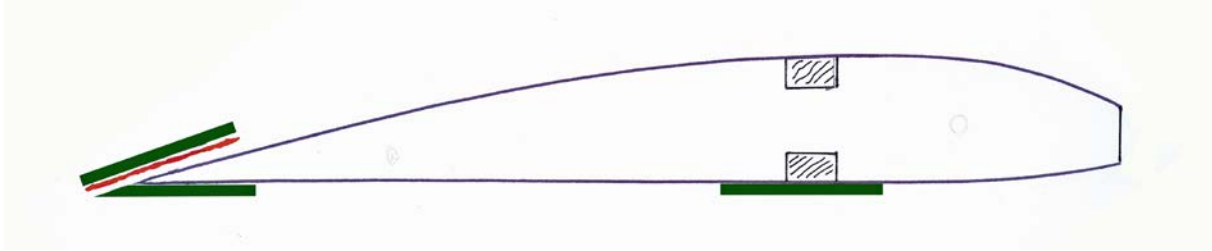
So. Jetzt wird alles zu einem Flügel zusammengesetzt. Fehlt Ihnen eine Zeichnung? Überflüssig. Rippenabstände auf den unteren Holm markieren und beim Bau lediglich mit einem Dreieck die Winkligkeit kontrollieren. Eine lange, wirklich gerade Platte ist aber wichtig. Der antike Wohnzimmer-Eichtisch könnte passen. Das Gerippe muss fixiert werden, kleine Nägel halten darin richtig gut. Wofür wir uns auch entscheiden, das Baubrett muss die Länge einer Flügelhälfte haben, in der Breite etwas breiter als des Flügel, damit wir von beiden Seiten kleine Schraubzwingen ansetzen können. Ran an die Montage. Die Rippen mit einem auf den unteren Holm ansetzen, mit Weißleim ankleben, gleich auch den oberen Holm drauf setzen. Ist alles trocken, mit einer langen Schleiflatte vorsichtig das Gerippe so beschleifen, dass die Holme mit der Profilkontur fluchten. Die Endleiste wird aus zwei Balsastreifen, 35 mm breit, aufgebaut. Zunächst einen 2 mm Balsastreifen, als Abstandhalter unter den unteren Holm des Gerippes legen. Der sorgt dafür, dass das Gerippe auf der Unterseite den gleichen Abstand zum Baubrett hat. Einen Balsastreifen, der ist die untere Endleiste, unter die Rippenenden setzen und ankleben. Die Rippenenden von oben mit einer geraden Leiste beschweren und mit Schraubzwingen fixieren.



Das Ankleben der Rippenenden auf die untere Endleiste

Nach dem Trocken den Endleisten-Streifen entsprechend dem oberen Profilverlauf verschleifen. Jetzt kommt die obere Endleiste drauf. Diese zuschneiden, gleichzeitig Streifen von Glasgewebe ca. 100 g/m² bereitlegen. Glasstreifen auf den oberen Balsastreifen mit Harz auflaminieren, auch die Auflagefläche am unteren

Endleistenstreifen mit Harz bestreichen und die beiden Balsastreifen, die die Endleiste bilden, zwischen zwei geraden Leisten pressen. Frischhaltefolie dazwischen, sonst klebt am Schluss alles zusammen.



Skizze (nicht maßstäblich), Aufbau der Endleiste. Grün: 2 mm Balsa. Rot: Glasgewebe

Nun sieht es schon ziemlich stabil aus. Wir wollen aber mehr. Holmstege aus Balsastreifen, mit zur Flügelspanweite hochkant stehender Maserung (bis Rippe 12 aus 5 mm, danach 4 mm Balsa) zuschleifen und zwischen die Holme kleben.



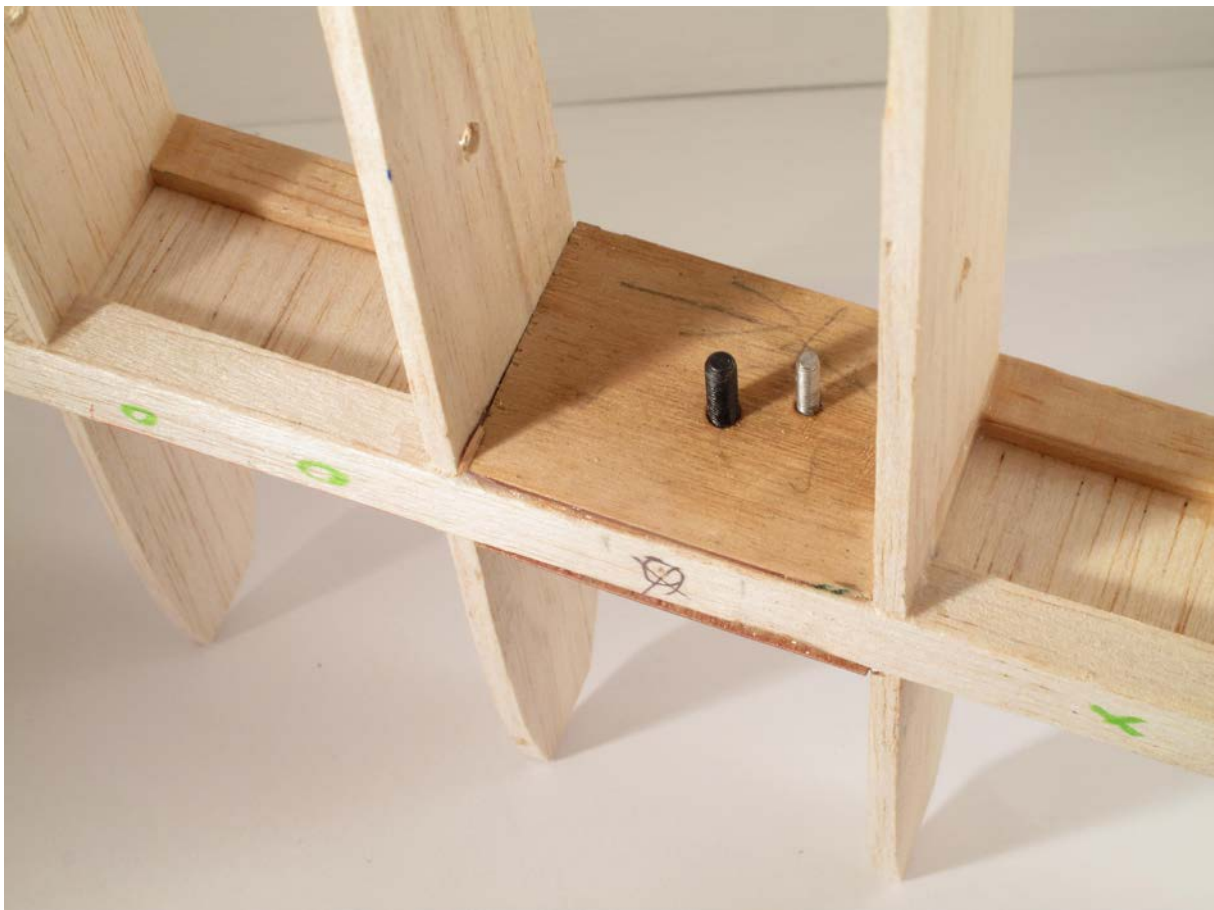
Die Stege zwischen den Holmen. Auch die Strebenhalterung zwischen Rippe 6 und 7 ist schon montiert.

Auch hier gilt: Je genauer die Stege reinpassen, desto schöner die etwas nervtötende Arbeit ist und desto weniger Klebstoff wird benötigt. Gute Musik und ein Sechserpack auf der Werkbank machen es erträglich. Dank dem immer gleichen Holmabstand kann man aber rationell vorgehen, die Plättchen also auch im Block herstellen. Sitzen die Stege stramm, kann man sie mit dünnflüssigem Sekundenkleber, das durch die feinen Klebefugen und tief ins Holz hineinsickert, gut festkleben. Sitzen die Plättchen zu locker und mit Spalten, muss man mit Weißleim kleben.

Den Raum zwischen Rippe 6 und 7 frei lassen! Beim Einsetzen der Stege das Gerippe auf dem Baubrett fixieren, damit es nicht krumm wird.

(Eine Alternativlösung zu einem Kastenholm für diejenigen, die es nicht so genau machen mögen: Beidseitig auf die Holme Plättchen aus 2 mm Balsa, ebenfalls mit senkrechter Maserung, anzukleben. Dann kommt es auf 1/10 mm Passung nicht an. Ein so entstehender Holm ist genauso gut. Nur muss man die Stege/Plättchen immer zwischen dem jeweiligem Rippenpaar mit kleinen Schraubzwingen und Druckplättchen andrücken. Letztendlich mehr Arbeit.) Wie auch immer, damit haben wir die Biegefestigkeit eines Flügels mustergültig erreicht.

An die Wurzelrippen Halterungen zur Fixierung der Flächen am Rumpf installieren. Im Original sind diese zu kompliziert, der folgende Vorschlag besser: Klötzchen aus 10 mm Sperrholz mit eingearzten M3-Gewinde-Schraubeinsätzen über den Bohrungen für die Alu-8mm-Steckung von innen an die Wurzelrippen ankleben (2-K-Kleber). In die Alu-Steckung werden später Löcher gebohrt, in die die Schrauben greifen.



Die Strebenhalterung im Detail

Die Strebenhalterung befindet sich zwischen Rippe 6 und 7. Sie besteht aus einer Art Sandwich, aus 3 Holmstegen, die zwischen die Holme gesetzt werden und den Raum ausfüllen: Mitte 5 mm Balsa, beidseitig jeweils 5 mm Sperrholz. Außen kommen noch Deckplättchen aus Sperrholz 2 mm über die Holme vorn und hinten.

Vorher noch die Löcher für Schrauben (M3 und M4) bohren. Alles, einschließlich Schrauben, dann mit Epoxidharz einbauen. Siehe Foto.

Für die Torsionsfestigkeit des Flügels sorgen die Beplankung unten und oben, 2 mm Balsa. Mit Leisten, Schraubzwingen und Gewichten zunächst die obere Beplankung, vorn leicht überstehend, an dem im Baubrett fixierten Gerippe mit Weißleim ankleben. Nach dem Abnehmen vom Baubrett die Klebungen kontrollieren, ggf. ausbessern. Die Flügelhälfte umdrehen, fixieren, untere Beplankung aufziehen. Im Nasenbereich steht die Beplankung oben und unten ca. 2–3 mm vor. Sie wird vorsichtig mit einer langen Schleifplatte abgeschliffen, so dass die Nasenleiste angeklebt werden kann.



Ankleben der Nasenleiste

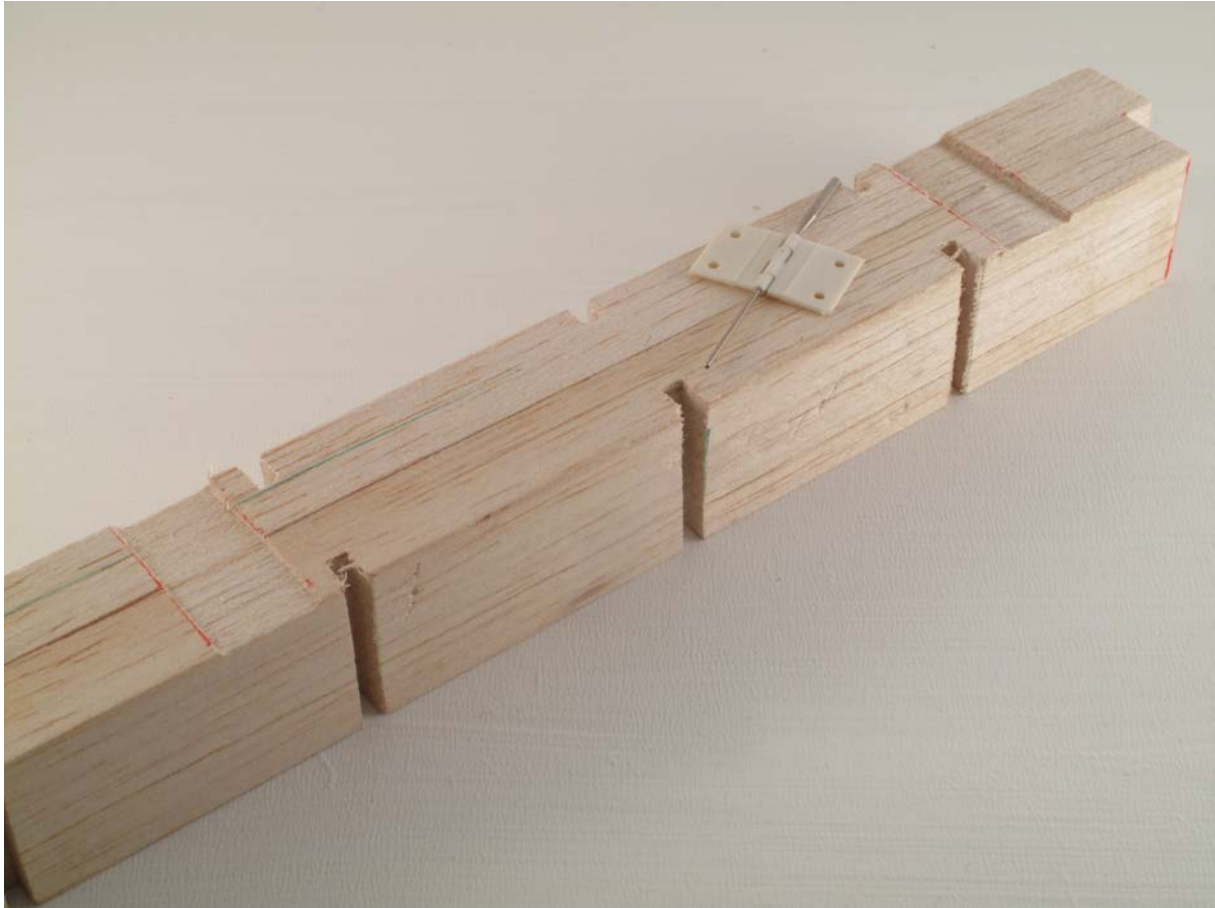
Es ist noch zu tun: Endrippen aus Balsablöcken außen ankleben, den Flügel verschleifen.

Anschließend können auch die Alu-Strebenhalter angeschraubt werden.

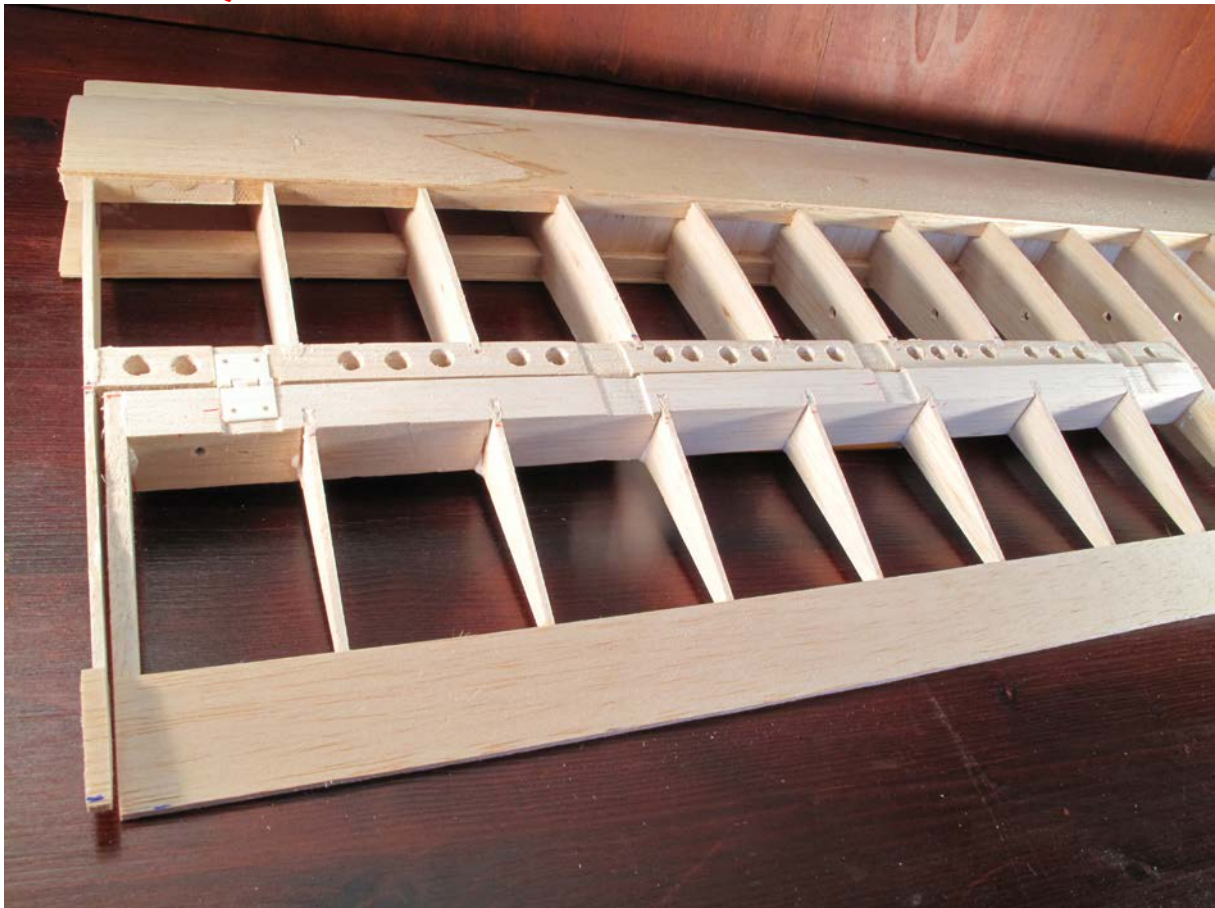
Die Querruder

Querruderbreite und -tiefe 45,5 x 11,5 cm auf Rippen anzeichnen, die Rippen dort, im QR -Bereich, mit einer Laubsäger oder einem Metallsägeblatt absägen.

Die Holme der QR sind am Flügel 26x12 mm, 26x15 am Ruder, die QR-seitigen abschrägen, damit die QR nach unten ausschlagen können. Einschnitte für die Rippen anbringen, Rippen entsprechend kürzen, so dass die QR mit Holmen auf Flügelbreite kommen. Zusätzlich je 2 Querruderrippen für innen- und außen des Ruders anfertigen.



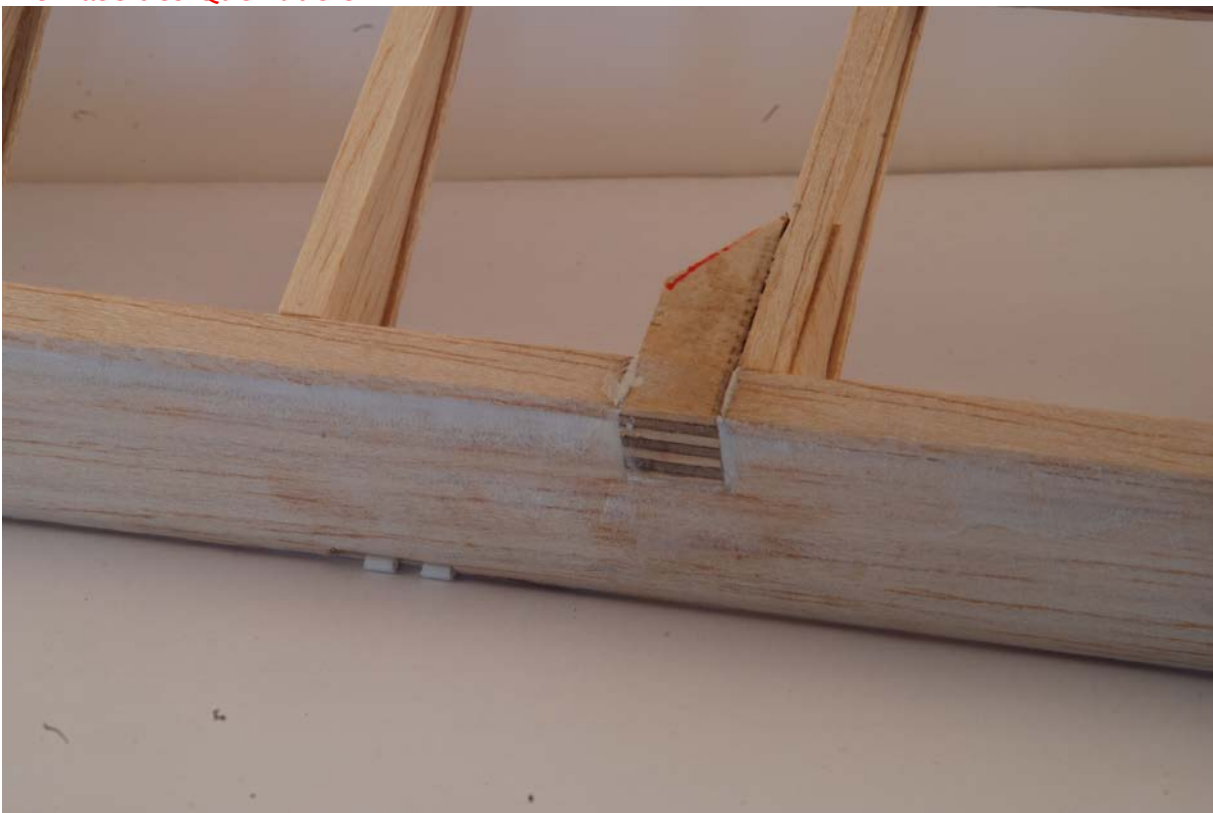
Holme für die Querruder



Querruder im Rohbau, am Flügel angepasst



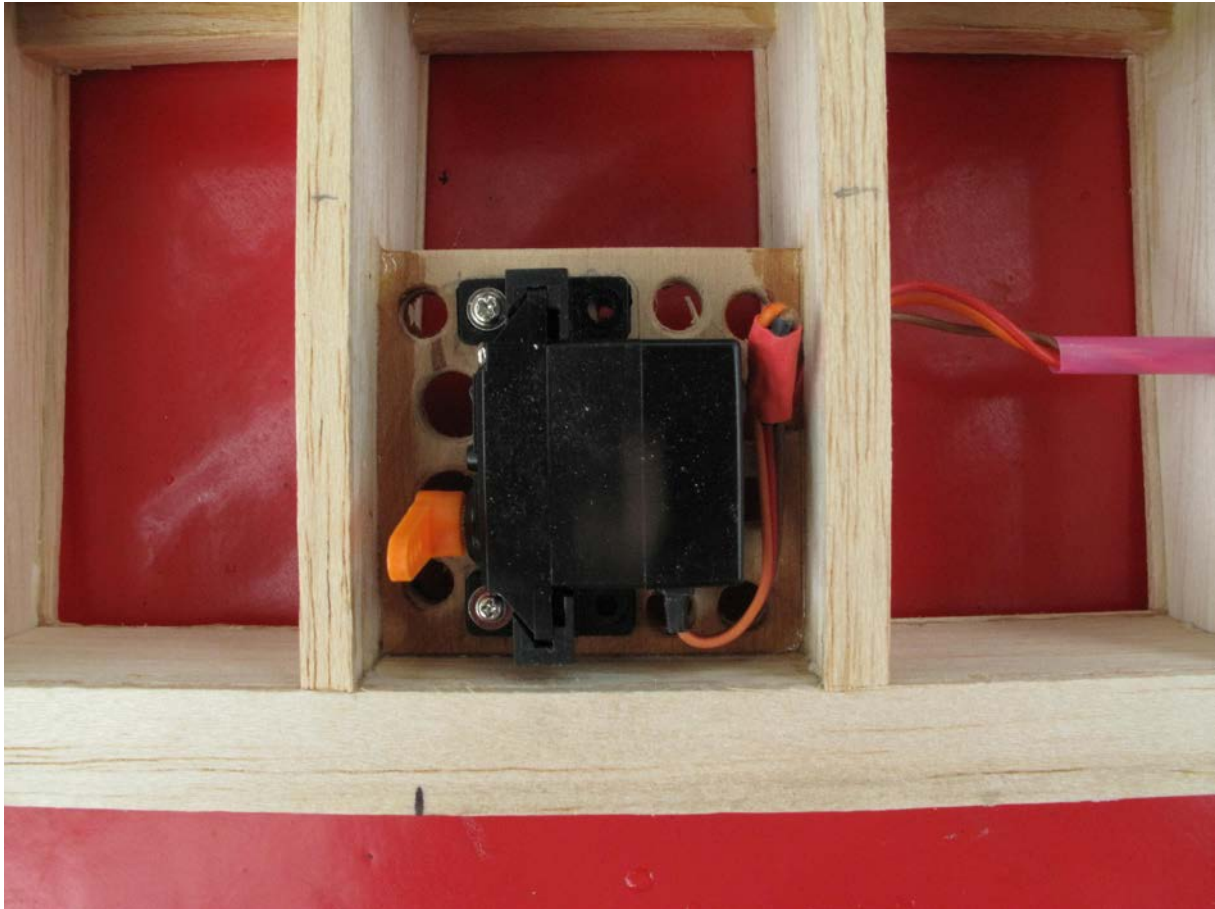
Die Nase des Querruders



Sperrholzverstärkung für Montage des Ruderhorns am Querruder

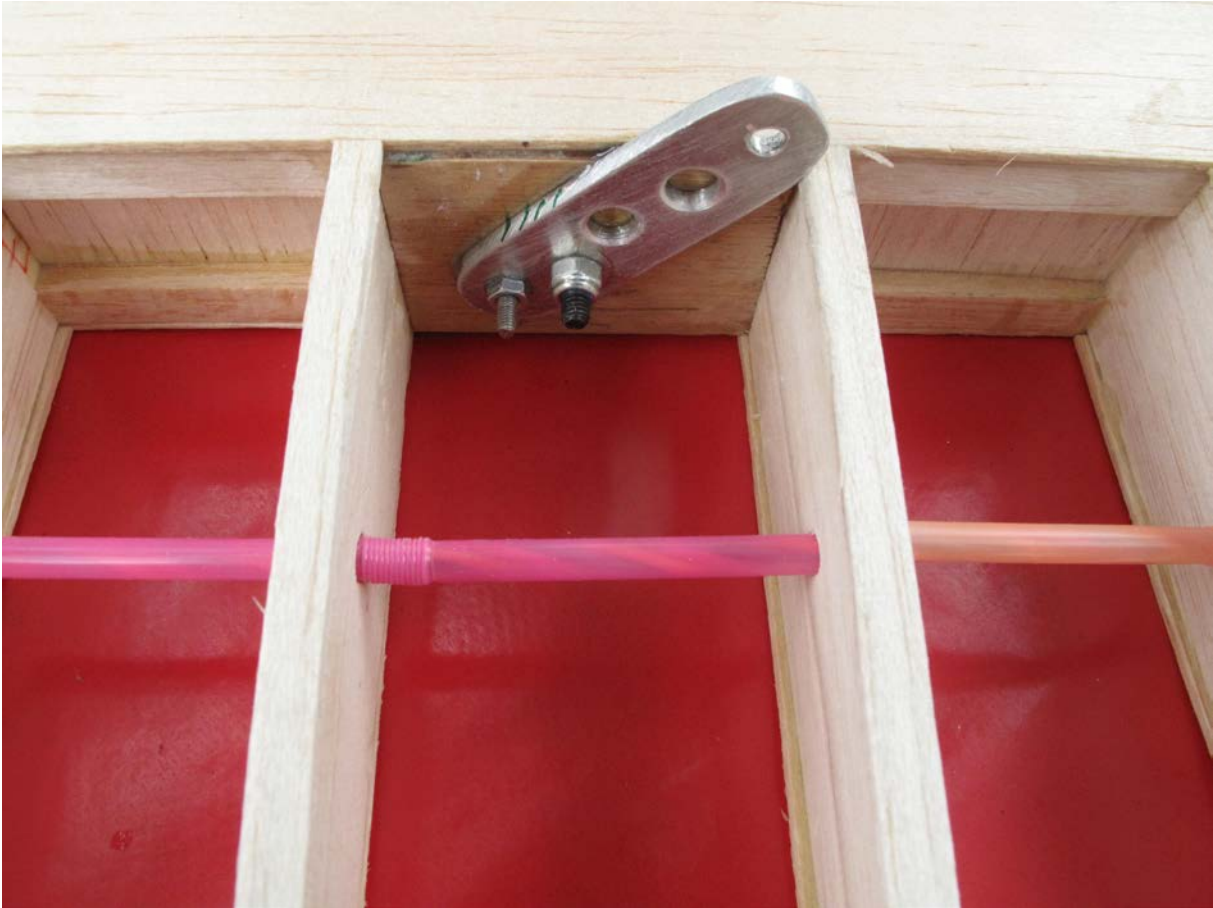
Querruder fertigstellen, Ruderhorn-Halterung einkleben, Scharniere einkleben (vorteilhaft sind trennbare, die man erst nach dem Bespannen verbindet).

Alle Rippen des Flügels werden nun zwischen Ende der Beplankung und der Endleiste mit Aufleimern oben und unten, ca. 5 mm breit, in Beplankungsstärke, versehen.



Das QR-Servo montiert, die Rippen oben und unten mit Aufleimern versehen

Das Feld zwischen Rippe 1 und 2 wird ganzflächig unten und oben beplankt, vorher Trinkhalme für Servokabel durch alle Rippen bis zu den QR legen.



Angeschraubter Strebenhalter, 3 mm Alu hart

Schlußarbeiten:

Wir sind fast fertig! Alles sauber verschleifen. Bespannen! Nein, noch nicht. Das Leitwerk wartet noch.

Das Leitwerk

Das Spielchen wiederholt sich – zwei Rippenblöcke herstellen. Nur wird es etwas komplizierter und filigraner. Die Rippen werden immer kleiner, der Rippenblock also stark konisch zulaufend. Die Wurzel- und Endrippen sind aus 1,5 (oder 2 mm) Flugzeugsperrholz, restliche Rippen aus 2 mm Balsa. Die Wurzelrippe ist doppelt aus Sperrholz, die Rippe 4 (dort endet das Röhrchen der Drehhalterung) zweimal mit Sperrholzrippe verstärkt. Holme sind aus Balsa 3x8.

Entscheidend ist hier, die Rippenblöcke so zu bearbeiten, dass die Geometrie passt: Die Endleisten bilden mit den Wurzelrippen einen 90° Winkel, während die Nasenleiste schräg nach hinten verläuft. Die Anbringung der Löcher für die Röhrchen der Steckverbindung muss entsprechend ausgemessen werden. Die Aufnahmeröhrchen sitzen also auch genau 90° zu den Wurzelrippen, sind aber auch noch leicht versetzt. Warum? Weil die Stifte, um die sich die Leitwerkshälften drehen, rechtwinklig im Leitwerksträgerrohr stehen müssen, durch das Rohr hindurch gehen, sich aber darin, innen, kreuzen. Sie stehen sich sozusagen im Wege, müssen

also versetzt montiert werden. Würde man dann die Röhren in den Leitwerkshälften beide an identischer Stelle, also beide gleich weit von der Nasenleiste, installieren, so würden die Leitwerkshälfte sich nicht genau gegenüber stehen, sondern wären so wie die Stifte versetzt. Wer will, kann damit leben, so sehr dürfte es auf aufgerüstetem Modell nicht auffallen.

Beim Bauplanmodell wurde es aufwändiger gelöst. Die beiden Aufnahmeröhren in den Leitwerkshälften wurden versetzt montiert. Die Leitwerkshälften stehen sich dann genau gegenüber. Der kleine Versatz im Drehpunkt wirkt sich steuermechanisch nicht aus.

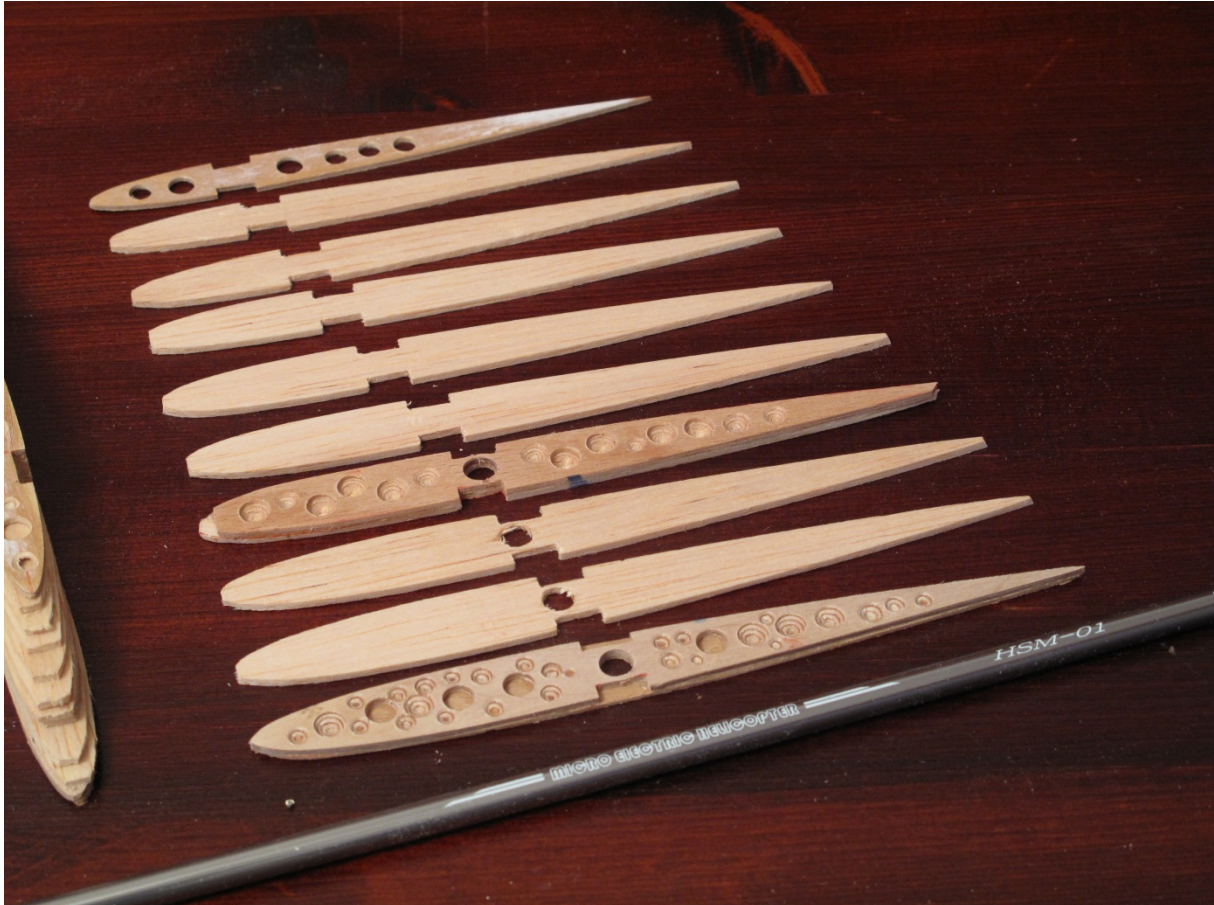


Eine fertige Leitwerkshälfte und die im Leitwerksträgerrohr eingeharzten GFK-Rundstifte. Da diese mit 6 mm Durchmesser überdimensioniert sind, wurden sie an der Stelle, wo sie sich im Rohr kreuzen, mit einer Kerbe versehen werden. So konnte deren Versatz verringert werden, er beträgt nicht 6 mm, sondern etwa 3 mm



Fertige Leitwerkshälften mit leicht versetzten Aufnahmeröhrchen

Montage: Rippen im Block herstellen. Nach der Fertigstellung sehen wir, dass deren Kanten wegen des stark konischen Blocks etwas zu schräg sind. Diese also einzeln etwas abflachen. Einschnitte für Holme anbringen und Bohrungen für Röhrchen der Lagerung bohren; auf Versatz achten (je nach Verbindungsstift). Sperrholz-Verstärkungsrippen an die Wurzelrippe und die Rippe Nr. 4 ankleben.



Rippensatz für eine Leitwerkshälfte, vorn das Leichtmetallrohr für die Drehlagerung. An die Wurzelrippe 1 ist bereits eine Deckrippe angeklebt. Auch an die 4. Rippe ist bereits die Sph.-Verstärkungsrippe angeklebt. Nach der Montage wird noch eine identische Sph. Rippe, jedoch ohne Bohrung, darüber geklebt. Sie dient einer weiteren Verstärkung der Rippe 4 (Balsa und Sph.), die einige Kräfte von der Leitwerkslagerung aufnehmen muss, wegen der Holmeinschnitte und der Bohrung dort aber geschwächt ist

Beim Original wurden 6 mm Glasfaserrundprofile verwendet, als Röhrrchen in den Leitwerkshälften dienen exakt passende, harte, eloxierte Leichtmetallröhrrchen. Sie stammten aus dem Heckausleger eines flugunfähigen Minihubschraubers unbekannter Herkunft. Alternative ist zum Beispiel Stahldraht 4 mm als Stift und das Lagerrohr aus exakt passendem Messing. Wichtig: Keine Messingrohre „von der Stange“ nehmen, die haben zu viel Spiel. Es gibt noch im Handel (von Graupner nicht mehr lieferbar) das „Graupner Messing Rohr Dm5/4,05 mm“, das auf 4 mm Stahldraht so gut wie völlig spielfrei drehbar lagert.

Rippen auf Holme setzen, nach der Endkante (90°) ausrichten, das Gerippe mit viel Gefühl verschleifen.

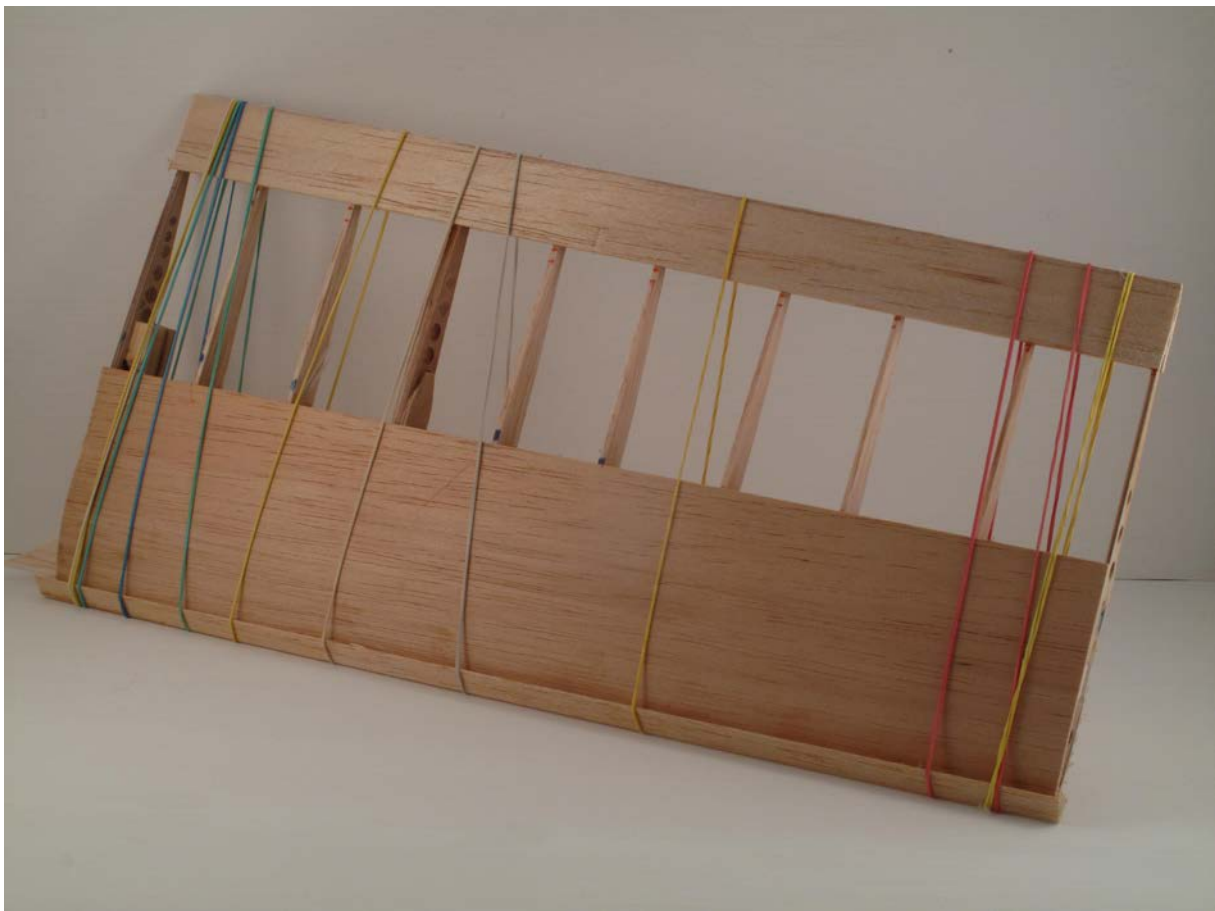
Untere Endleisten (Balsastreifen 1 mm) auf Baubrett anheften, Rippen auf den unteren Holm und den Endleistenstreifen ankleben. Oberen Holm einkleben. Röhrrchen der Lagerung einharzen, deren Position exakt überprüfen. Die Rippe 4 ist besonders verstärkt. Sie besteht, von der Wurzelrippe aus gesehen, aus 2 mm

Balsarippe, daran angeklebten Rippe aus 1,5 mm Flugzeugsper Holz; in beiden sind Bohrungen angebracht für die Aufnahme des Endes des Drehlagerrohrchens. Und darüber wird, nach der Montage des Röhrchens, weiter außen noch eine Sperrholzrippe angeklebt, die jedoch keine Bohrung mehr hat.

Holmstege aus 2 mm Balsa zwischen die Holme einbauen, diese müssen einzeln angepasst werden.

Oberen Endleistenstreifen aufkleben (Epoxidharz, mit einem Streifen ca. 60 g Glas dazwischen). Holzklötzchen für das Ruderhorn von innen, genau über dem Röhrchen, an die Wurzelrippe aufkleben. Die Rippenenden mit der Endleiste fixieren, Beplankung 1 mm Balsa aufziehen (Weißleim oder, wenn die Rippen doch nicht so genau anliegen, PU Kleber zur Überbrückung der Spalten nehmen. Verzugsfreiheit ist wichtiger). Umdrehen, die Beplankung von anderer Seite aufziehen. Zwischen Rippe 1 und 2 oben ist sie vollflächig. Die Beplankung reicht nach hinten über die Holme hinaus, schien notwendig wegen Torsionsfestigkeit zu sein, ist vielleicht aber überflüssig. Rippenaufleimer aus 1 mm Streifen zwischen Beplankung und Endleisten auf die einzelnen Rippen aufkleben.

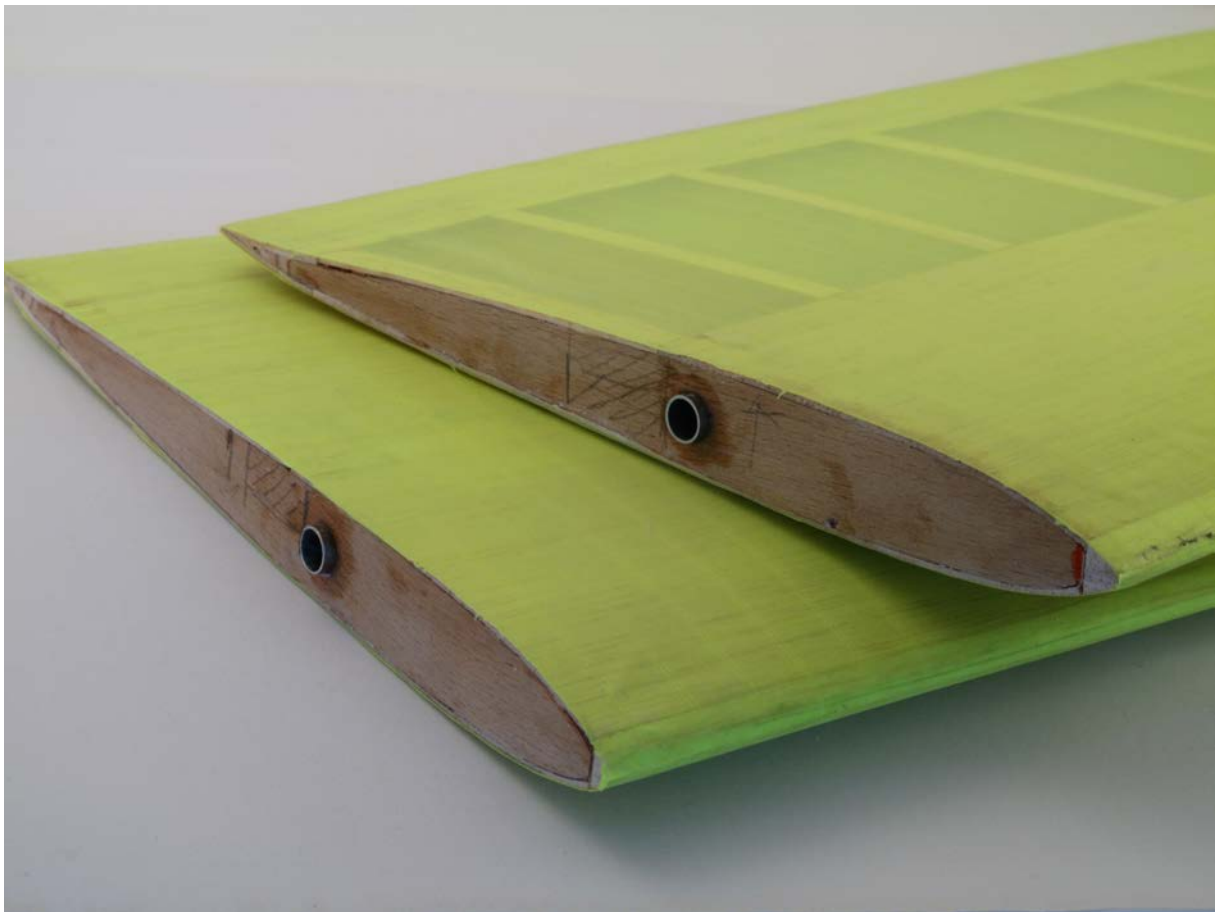
Nasenleistenauflage am Gerippe plan schleifen, Nasenleiste ankleben.



Ankleben der Nasenleiste. Das Leitwerk ist nicht so robust, daher nur mit Gummiringen andrücken



Endrippe aus 5 mm Balsa ankleben, alles verschleifen. Hier noch die Maße



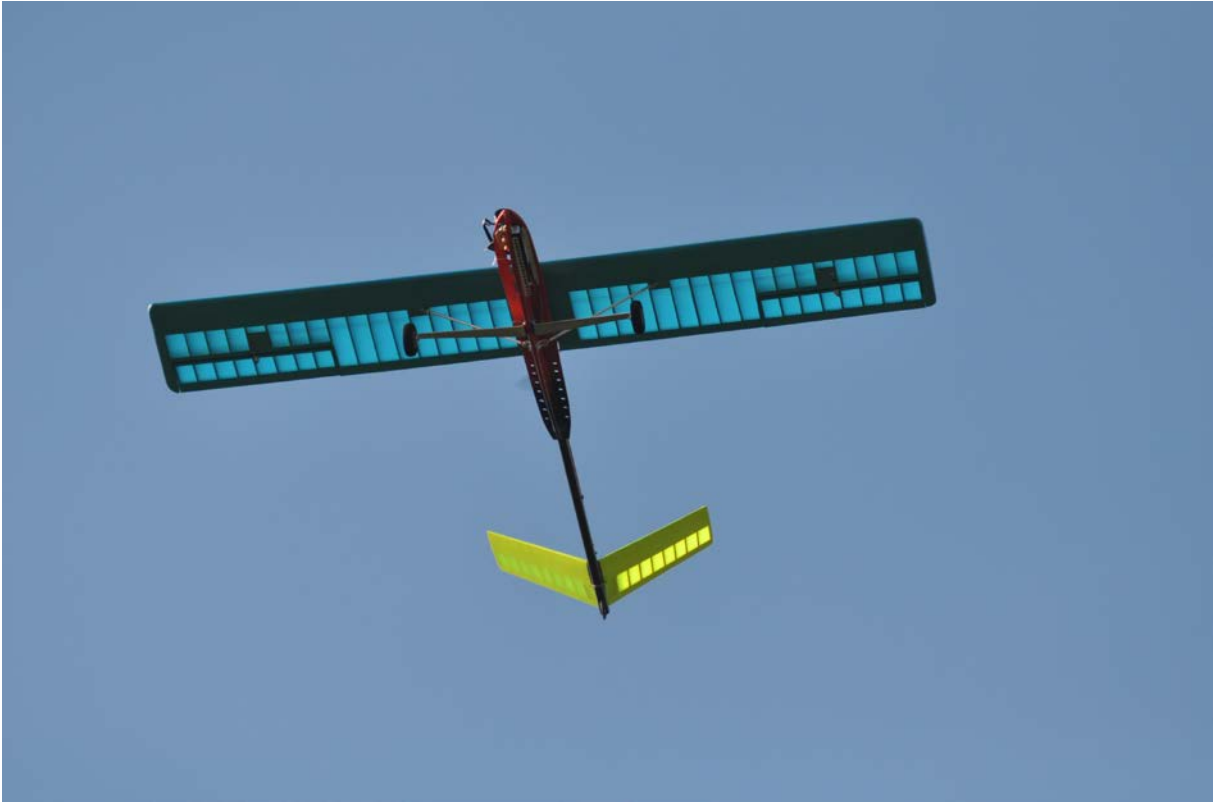
Leitwerk fertig und bespannt. Wurzelrippen sind aus 2x 1,5 mm Sperrholz.

Bespannung

Mein Lieblingsbespannstoff ist in Dachebauläden zu bekommen, er heißt Icarex, ist extrem fest, lässt sich mit Bügeleisen spannen und wiegt nur 31 g/m². Er benötigt Klebstoff. Eine Mischung aus 1:1 Nitroverdünnung und PATTEX KRAFTKLEBER TRANSPARENT ergibt den richtigen Heißsiegelkleber. (Wichtig: das „Transparent“. Der klassische gelbliche und gummiartige „Pattex“ geht nicht). Von Uhu gibt es den UHU ALLESKLEBER KRAFT TRANSPARENT, der funktioniert genauso gut. Auf den richtigen Kleber achten: Es sind Lösemittelkleber, daher mit Nitro verdünnbar! Die Baummarktregale quellen heute über von hunderten Wunderklebern, viele sind identisch, viele für uns anspruchsvolle Modellbauer ungeeignet.

Nun haben wir den verdünnten Kleber und pinseln die Stellen satt ein, wo die Bespannung haften muss. Endleisten, Nasenleistenbereich ca. 2–3 cm breit, End- und Wurzelbereich (ganze Fläche zwischen Rippen 1 und 2), Rippenunterseiten. Trocknen lassen, 2x wiederholen. Mit Bügeleisen, Stufe Seide bis Wolle, ausprobieren, die zugeschnittenen Icarex-Bespannteile festkleben, an den vier Flügel- oder Leitwerksecken beginnen, dann End- und Nasenleiste sowie End- und Wurzelbereich. Nach dem Anheften mit Bügeleisen sofort mit Finger noch einmal nachdrücken. Gleichmäßig auflegen, keine Falten entstehen lassen. Erst die Flügelunter- dann die Oberseite bespannen. Zum Spannen über die ganze Fläche mit Bügeleisen gehen, Stufe Wolle (probieren, nicht alle Bügeleisen erzeugen dieselbe Temperatur). Niemals mit dem Bügeleisen stehen bleiben. Alles ist Übungssache. Icarex ist aber so robust, dass die Verarbeitung einfacher ist als bei normaler Bügelfolie.

Icarex benötigt keine Lackierung und Farben haften auch schlecht. Mit Filzstiften, Lackstiften oder Acryl im Spray kann man dennoch etwas Verzierungen anbringen. Notwendig ist es kaum, den Bespannstoff gibt es in vielen Farben.



Das Icarex ist sehr fest und transparent und es gibt in vielen interessanten Farben



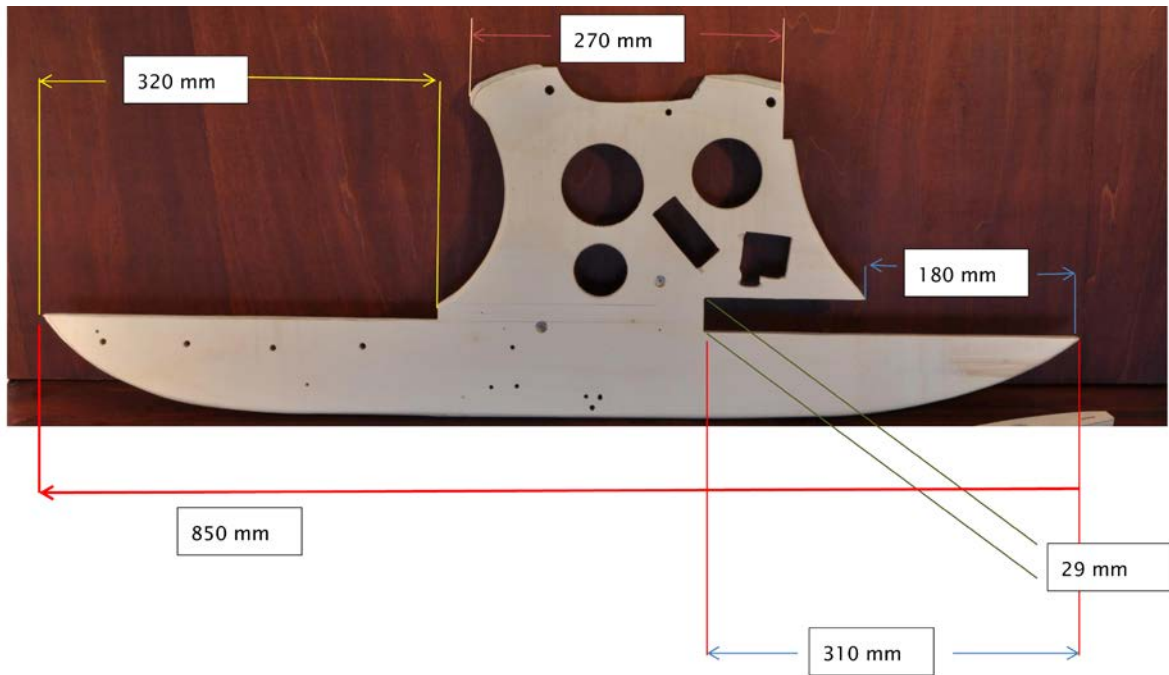
So sieht er aus, wenn er fast fertig ist: Der Rumpf aus zwei kreuzförmig zusammenmontierten Platten

Rumpf:

Wir bauen zwei Rumpfplatten, die später kreuzförmig verbunden werden. Deren Balsakerne sind 10 mm dick, die vertikale Platte ist mit einem Kiel aus 10 mm Sperrholz ergänzt, dort, wo hohe Festigkeit verlangt wird (Fahrwerks- und Strebenhalterung). Die Platten werden beplankt, die Beplankung besteht aus 2 mm Birkensperrholz für die horizontale, 2– 3 mm Pappelsperrholz für die vertikale Fläche. Das festere, wenn auch schwerere Birkensperrholz wurde für die horizontale Platte verwendet, weil darin auch Halterungen für das Equipment montiert werden und diese eine gute Festigkeit brauchen.

Wir beginnen mit der waagerechten, horizontalen Platte, Umriss s. Zeichnung, Balsakern hat Maserung längs. Die Bohrungen und Einschnitte X2 – X1 – X bringen wir erst später an. Aus 2 mm Birkensperrholz auch die beiden Deckplatten mit etwas Übermaß bereitstellen.

Der Kern der senkrechten (vertikalen) Platte wird aus Balsa und 10 mm Sperrholz zusammengesetzt.



Der Kiel aus 10 mm Sperrholz und die Teile aus 10 mm Balsa – Maserung s. Pfeile.

Auch für diese Platte bereiten wir uns nun die Sperrholzdeckplatten aus Pappelsperrholz.

Bevor wir die Sperrholzbeplankung aufkleben, können wir die Kanäle für die Servokabel und die Akkuzuleitung ausfräsen oder mit einem kleinen Stecheisen freilegen – s. dazu das Blatt 2. Dabei den Balsakern nicht ganz durchtrennen. Man kann die Kanäle auch später, an der bereits beplankten Platte, noch anbringen. Mit einem langen Bohrer und einer dünnen langen Rundpfeile geht dann auch. Bohrungen für die Fahrwerks- und Strebenhalterung bringen wir erst dann an, wenn wir die Beschlüge fertig haben.

Die Sperrholzdeckplatten wurden mit einer Zwischenlage von 40 g/m² Glas mit Epoxid auf die Kerne geklebt. Der Grund war nicht so sehr die zusätzliche Festigkeit,

sondern um mit dem Glas kleine Unebenheiten zu überbrücken. Eine Verleimung ohne Glaszwischenlage, direkt mit Weißleim oder PU-Kleber, sind mit Sicherheit ausreichend und leichter. Man muss nur die Kerne wirklich plan beschleifen und die Beplankung großflächig pressen können.

Nun haben wir die beiden Rumpfplatten fertig beplankt. Sie werden wieder, am besten mit einer Bandschleifmaschine, beschliffen. Ruhig etwas Kraft einsetzen, wir können einiges an Material (=Sperrholz) abtragen, das spart Gewicht. Jetzt beginnt die Zeit des Eigenbauers. In der Zeichnung 2 sind Einschnitte für den Empfänger, die Leitwerksservos, die Löcher als Gewichtseinsparung gezeichnet, jeder kann sie nach eigenen Vorstellungen ändern. In die waagerechte Rumpfplatte sind Halterungen für das Equipment anzubringen. Auch hier alles frei. Ich habe ziemlich wahllos viele 3M Gewindeeinsätze zum Einschrauben eingeharzt, die meisten wurden bisher nicht gebraucht, wiegen aber auch nichts. Oben in die senkrechte Platte wird ein Einschnitt für den Regler ausgesägt.

Je nach Leitwerksträgerrohr sind nun die Aussparungen für dessen Sitz und für die eingreifende senkrechte Platte genau auszusägen (X - X1 und X2-X1). 29 mm Durchmesser hat das von mir verwendete GFK-Rohr. Probeweise auch das Leitwerksrohr einschieben. Es verläuft parallel mit der waagerechten Rumpfplatte (und natürlich auch mit der senkrechten). Im hinteren Rumpfteil (X - X1) liegen beide Platten genau mittig auf dem Rohr. Alles ausrichten, korrigieren, dort und da etwas wegschleifen, bis alles passt. Die beiden Rumpfplatten, noch ohne Leitwerksrohr, mit Epoxid, angedickt mit Microballons oder Aerosil, winklig verkleben. Die waagerechte Platte liegt vorn auf der senkrechten.



Die beiden Rumpfplatten vor dem Zusammenkleben. Die waagerechte wird in die horizontale hineingeschoben. Oben in der senkrechten Platte ist ein Einschnitt für den Regler anbringen und die Öffnungen für den Empfänger und die Leitwerksservos festlegen und aussägen

Das Flügel-Rumpfmittelstück: Wir zeichnen vom fertigen Flügel den Profilmriss auf 2 Stück 3 mm Sperrholz ab; im vorderen Bereich ist der Verlauf identisch, im hinteren werden die Rippen oben und unten breiter – s. Zeichnung 2 sowie Fotos. Und wir bringen passend die 8 mm Bohrungen für die Flügelsteckung an. Beim Herstellen der Wurzelrippen des Flügelrippenblocks haben wir uns eine Schablone angefertigt (hoffentlich nicht vergessen oder verloren. Falls ja, müssen wir es nun ausmessen).



Das fertige Rumpf-Flügelmittelstück – hier bereist mit dem Leitwerksrohr, das kommt aber erst später dran.

Die Anschlussrippen entsprechend nur in der vorderen Hälfte dem Profilverlauf, danach werden sie oben und unten breiter, um den Motorspant aufzunehmen.

Nach diesen Anschlussrippen fertigen wir uns noch aus Balsa identische Rippen an und verleimen sie mit den Deckrippen. Am Ende sollte das Flügelmittelstück einschließlich der senkrechten Rumpfplatte 5 cm breit sein – oder so breit, dass zwischen die Sperrholz-Deckrippen unserer Regler und der Motorspant passen. In die senkrechte Rumpfplatte übertragen wir die 8 mm Löcher der Flügelsteckung, sie

können jedoch ein wenig größer sein, damit wir etwas Luft beim Ausrichten der Flügel haben.

Jetzt kommt das große Vermessen: Die Flügel werden über die beiden 8 mm Alurohre (8,2 cm lang) an das Flügelmittestück angeschlossen. Dabei muss der Rumpf fixiert und die Flügel entsprechend hoch unterlegt werden. Flügel sollte gerade, winklig zum Rumpf, Profilunterseite parallel mit der waagerechten Rumpflatte verlaufen. Die Position der Flügelmittelstücke am Rumpf dann markieren und diese sorgfältig ankleben.

Das große Vermessen Nr. 2: Die Flügel wieder in unserer Vorrichtung über die Alusteckung mit dem Rumpf verbinden. Noch einmal genau ausrichten. Sollte es nicht exakt passen, dann das eine oder andere Loch im Flügelmittelstück etwas aufweiten. Stimmt alles, die Röhrchen in den Rumpf einharzen. Am besten langsam härtendes Harz nehmen. So kann man nach einigen Stunden, wenn das Harz schon steif, aber noch nicht ausgehärtet ist, die Flügel aufstecken und die Steckung korrigieren.

Haben Sie einen kleinen Elektrobohrer/Fräser wie Dremel oder ähnliche? Der wird nun gebraucht. Es wird der Raum für den Regler, die Motorzuleitung und den Sitz des Motorspantes ausgefräst. Die Kanäle für die Kabel zum Akku und die drei Kabel (QR und Regler) sind entweder bereits angebracht oder wir bringen sie jetzt an. Wie auch immer, deren Durchgängigkeit ist zu prüfen. Der Akkukabel-Kanal führt unterhalb der waagerechten Platte nach außen.

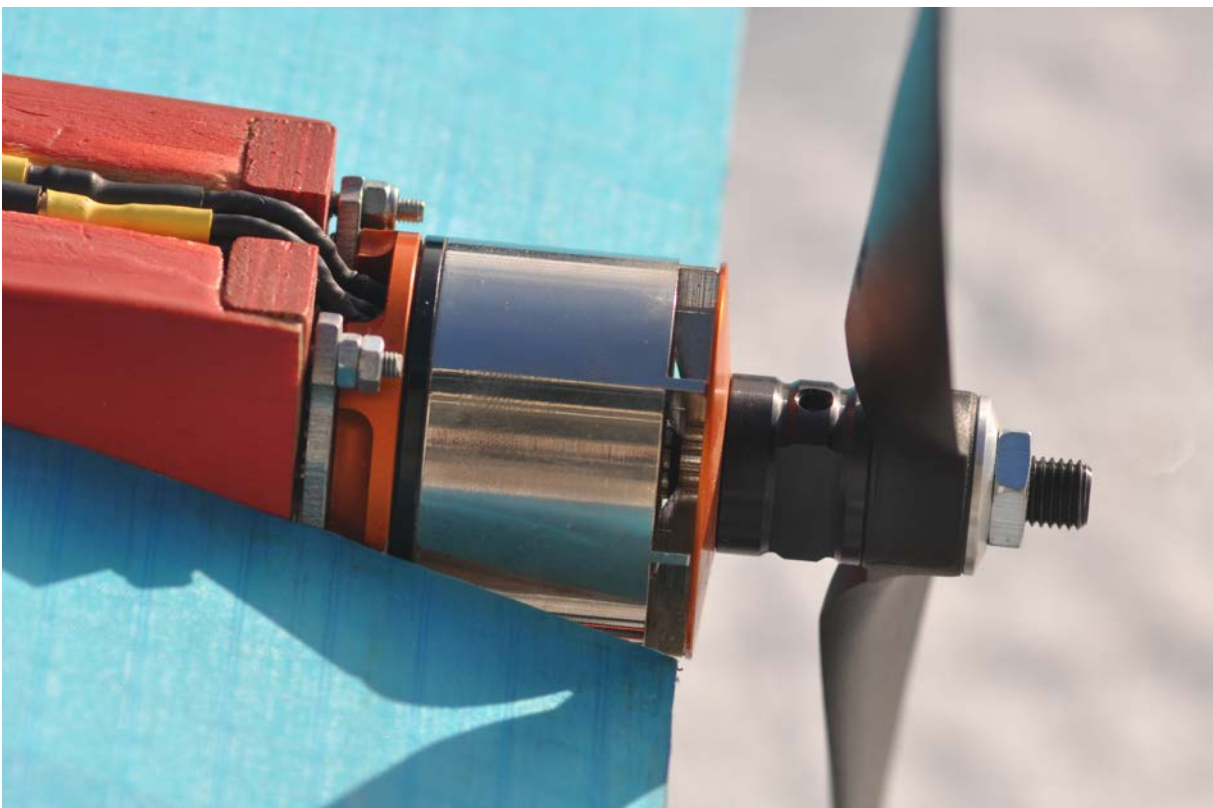


Der ausgefräste Raum für den Regler. Nach hinten werden die Motorkabel verlegt, nach unten führt ein Kanal zum Empfänger, vorn im Reglerraum ist der Kanal für die Akkuzuleitung



Der Reglerraum im fertigen Rumpf. Am Mittelstück die 8 mm Alurohre der Flügelsteckung und die Buchse für Anschluss des QR-Kabels

Motorspant: Die Befestigung des Motors richtet sich nach dem Motor. Der Spant selbst wird zwischen die beiden Deckrippen eingearzt, die Motorachse ist etwa 2° nach oben (Pusher!) gerichtet; so genau kann man es eh nicht messen und der Motor in der Profilachse erzeugt auch kaum unerwünschte Momente.



Motorspant, Motorhalterung, Motor

Leitwerksrohr



Das Leitwerksrohr im Rumpf ist mittig mit den beiden Platten platziert

In das Leitwerksrohr, beim Bauplanmodell 85 cm lang, 29/27 mm im Durchmesser, werden zunächst die Stifte für das Leitwerk eingeharzt.

Diese sitzen exakt 90° zur Längsachse des Rohres, sind mehr oder weniger versetzt (s. Text zum Leitwerksbau) und deren Öffnungswinkel beträgt am Bauplanmodell 107° und er wurde nach der Fertigstellung so genau ausgemessen. Im Bereich 105° – 110° dürften keine Unterschiede im Steuerverhalten zu erwarten sein; man hat also Spielraum. Die Stifte gehen durch das Leitwerksrohr hindurch.



Die Stifte 90° zur Längsachse und mit einem Öffnungswinkel, der zwischen 105° bis 110° unkritisch ist. Deren Länge: Sie gehen durch das Leiwerksrohr hindurch und im Leitwerk reichen sie bis zur 4 Rippe/Ende des Aufnahmeröhrchens

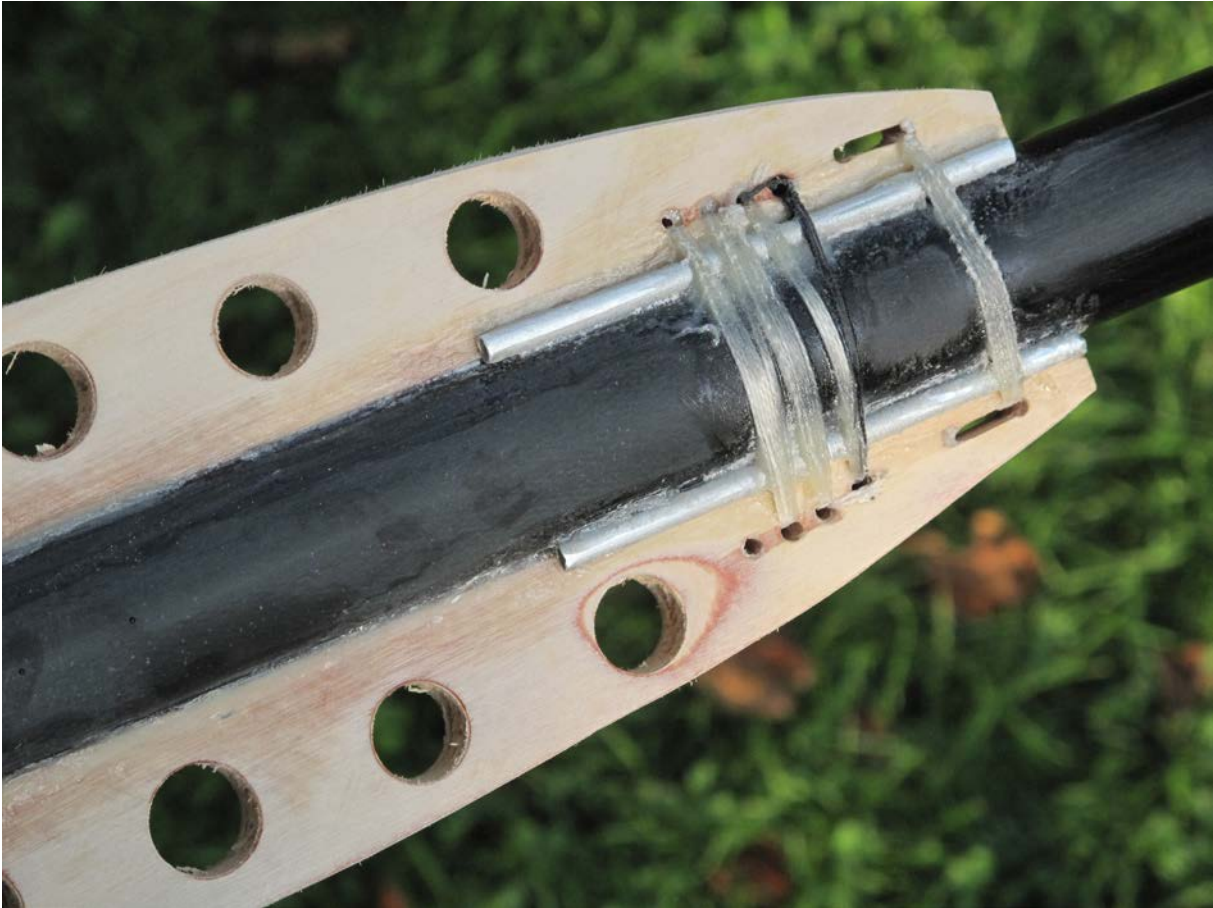


Ein harzgetränkter Hartschaumstopfen wurde im Leitwerksrohr dort positioniert, wo die Stifte hindurchgehen. Sie werden also nicht allein in den Rohrwänden fixiert.

Haben wir das Leitwerksträgerrohr mit den Stiften fertig, können wir es mit dem Rumpf verbinden.

Am Ende des Rumpfes sind hohe Belastungen durch Hebelkräfte zu erwarten, das Rohr muss hier also gut verankert werden. In die beiden Platten wurden einige Löcher gebohrt und das eingesteckte Rohr mit Glasrowings und/oder Zwirn durch die Löcher umwickelt. Festziehen, mit einem Tropfen Sekundenkleber fixieren, danach mit Harz tränken. Dazwischen kommen noch Aluröhrchen, durch die später die Bowdenzughüllen für die Leitwerksansteuerung durchgeschoben werden.

Das große Vermessen Nr. 3: Wir arbeiten mit 24 h - Epoxidharz und haben also Zeit genug. Zeit, um das Leitwerk auf das Rohr zu stecken sowie die Flügel an den Rumpf zu setzen und ausrichten und immer wieder schauen, ob das Leitwerksrohr wirklich gerade, parallel zur waagerechten und senkrechten Rumpfplatte sowie zur Profilunterseite liegt und kleine Korrekturen vorzunehmen. Die Profilunterseite übertragen wir als Hilfslinie etwas tiefer auf den Rumpf; dort können wir ein langes Lineal anlegen und das Rohr danach ausrichten. Am besten einen schönen Tag im Garten abwarten, um diese lange Prozedur angenehm zu gestalten.



Von oben gesehen. Das Leitwerksträgerrohr wird mit eingedicktem Harz zwischen die Platten eingebaut und eine zusätzliche Umwicklung mit Glasrovings, die sowohl durch die waagerechte als auch durch die senkrechte Rumpfplatte hindurch geht, sorgt für zusätzliche Festigkeit in diesem beanspruchten Bereich.

In die beiden Aluröhrchen werden später die Bowdenzüge zum Leitwerk geschoben. Nach dem Aushärten wird der Bereich mit Microballons „geglättet“

Die Flügelstreben

Sie können auf verschiedene Arten gebaut werden, nur leicht und steif müssen sie sein. Wenn Sie nun meine, wie immer grandiose und etwas umständliche Lösung bevorzugen, dann bitte weiter lesen. Die vorliegenden Streben sind aus Aluröhrchen, Baummarktsortiment.



Endstücke der Streben, Alurohr \varnothing 6/4 mm mit M4 Gewinde bzw. M4 Ringschraube. Stückchen Silikonschlauch verhindern, dass das Epoxidharz beim Tempern rausfließt

Zunächst die eigentlichen Endstücke, die Halterungen, bauen: 4 Stück, aus Alurohr \varnothing 6/4 mm, Länge 6 cm. In zwei davon werden M4 Ringschrauben (Gewindelänge 28 mm, Gesamtlänge 43 mm) eingeharzt. Die Augen dieser Schrauben sind bei normaler Eisenware ca. 6 mm weit, zu viel für die M4 Schrauben, die später hindurchgehen werden. Daher wurden auf das Auge einseitig Metallscheiben \varnothing 12/6 aufgelötet und ein Stück Aluröhrchen \varnothing 6/4 mm in das Auge eingeharzt. Egal wie Sie es am Ende machen, wichtig ist, dass die Verbindungen Streben – Rumpf und Streben – Flügel möglichst wenig Spiel haben.

In zwei andere Endstücke werden die M4 Gewindestangen eingeharzt, Länge 50 mm, wobei 14 mm aus dem Röhrchen heraussehen. Beim Harzen wurde auf ca. 50°C getempert.

Jede Strebe hat also an einem Ende eine Ringschraube, am anderen eine M4 Gewindestange.

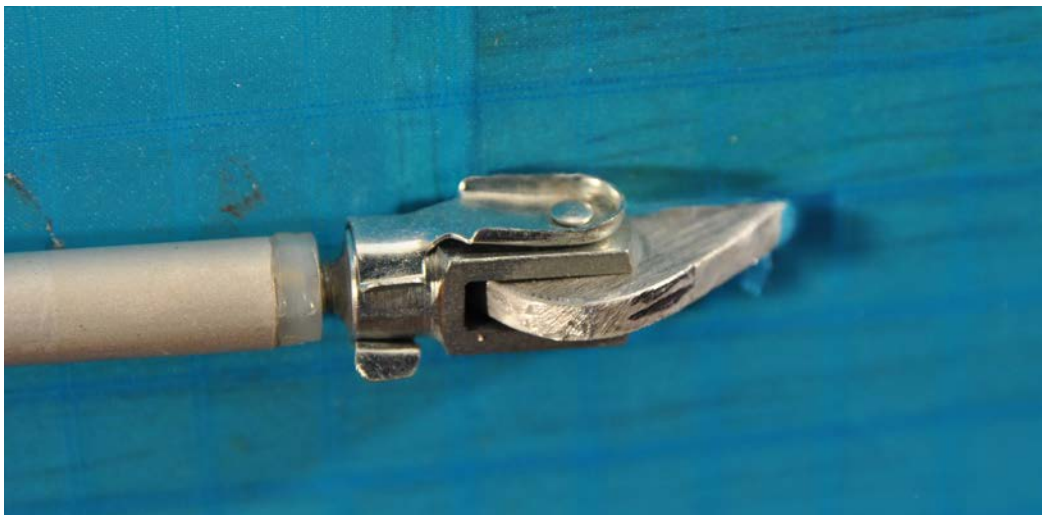


Eine Strebe fertig, davor die beiden Endstücke für die andere

Die eigentlichen Strebenrohre: Alu \varnothing 8/6 mm, Länge 33,5 cm. In diese werden nun die vier Endstücke mit Halterungen eingearzt. Der Abstand Loch/Gabelkopfstift an fertiger Strebe beträgt 36,5 cm, am Gabelkopf kann noch fein justiert werden. Streben erst dann bauen, wenn der Rumpf und der Flügel fertig sind. Die Strebenhalterung am Rumpf montieren, Flügel aufstecken und durch unterlegen durch Bücher (haben Sie so viele?) alles in Position zu bringen. Erst dann die genaue Länge der Streben ermitteln und die Strebenrohre entsprechend ablängen.



Strebenverankerung am Rumpf. Eine M4 Schraube hält die Ringschraube der Strebe an der Halterung am Rumpf; von unten wird eine Flügelmutter auf die Schraube aufgedreht



Strebenhalterung am Flügel über einen Großmodell-Gabelkopf am M4 Gewindestück

Noch etwas?

Es bleibt nicht viel und es ist dennoch wie beim Hausbau: Die Restarbeiten nehmen viel Zeit in Anspruch. Fahrwerksbeine sägen, biegen, bohren, anschrauben, Motor montieren, Anlenkung zum Leitwerk installieren. Alu-Winkelschienen für die Akkuhalterung herstellen und montieren.



Die Bowdenzüge sind möglichst nah am Leitwerk zu fixieren. Mit einem Gummiring werden die Leitwerkshälften von unten zusammengehalten.

Kabel verlegen. Weil die Servokabel lang sind und direkt am Regler vorbeiführen, empfiehlt es sich, kleine Ringkerne zur Entstörung zu verwenden.

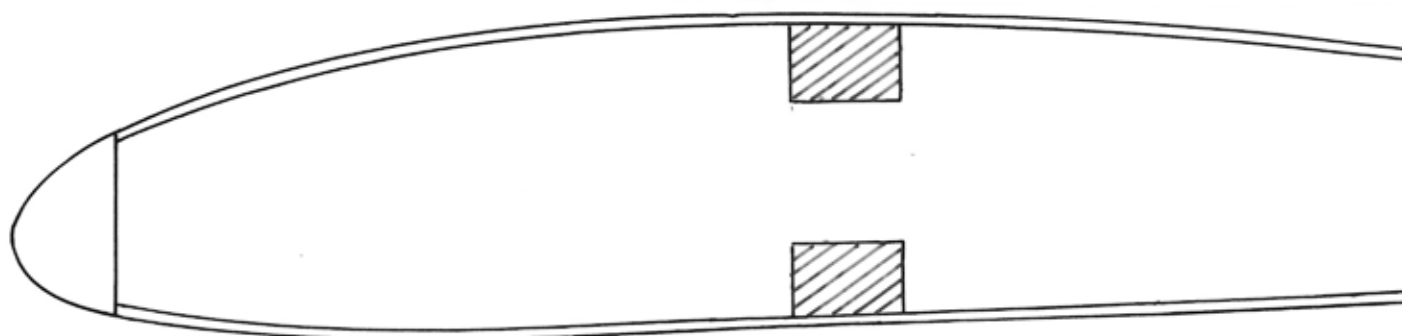
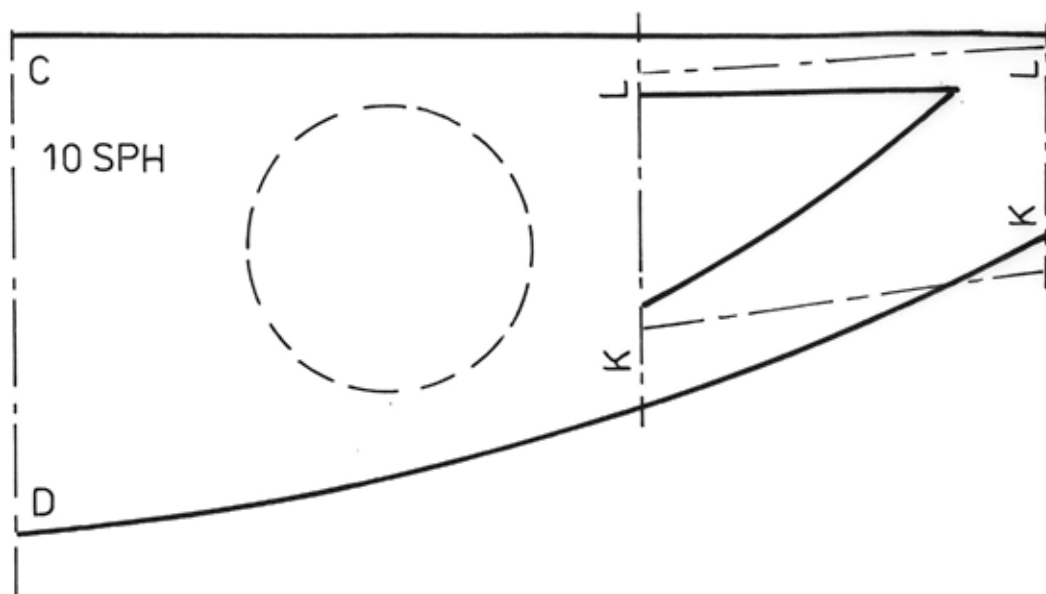
Wegen der langen Leitung zum Akku (Litze 4 mm, etwa 43 cm), wurde zwischen die Kabel zum Akku direkt am Regler ein Kondensator 220 Mikrometarad eingelötet.

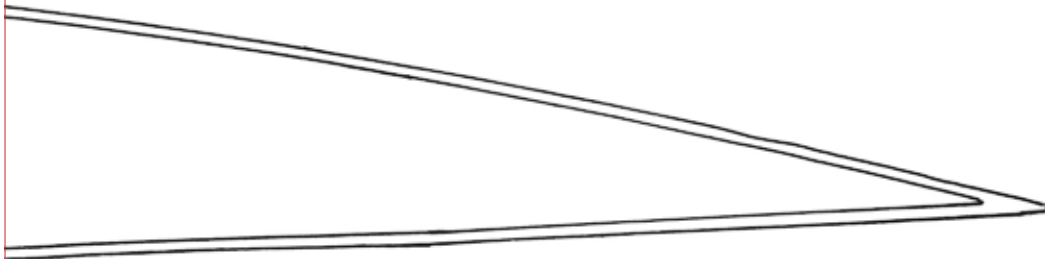
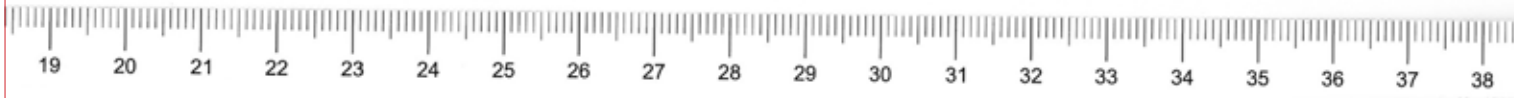
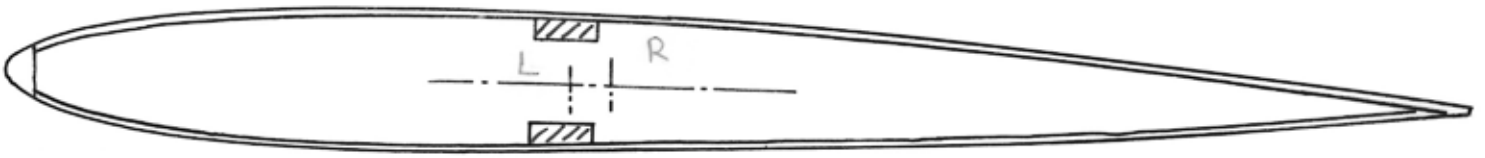
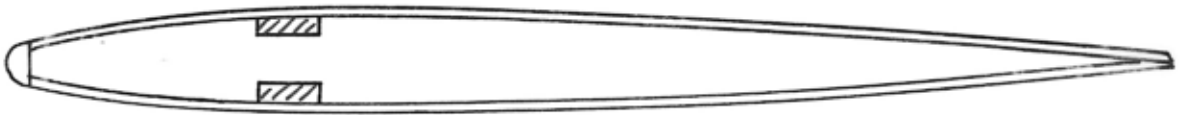
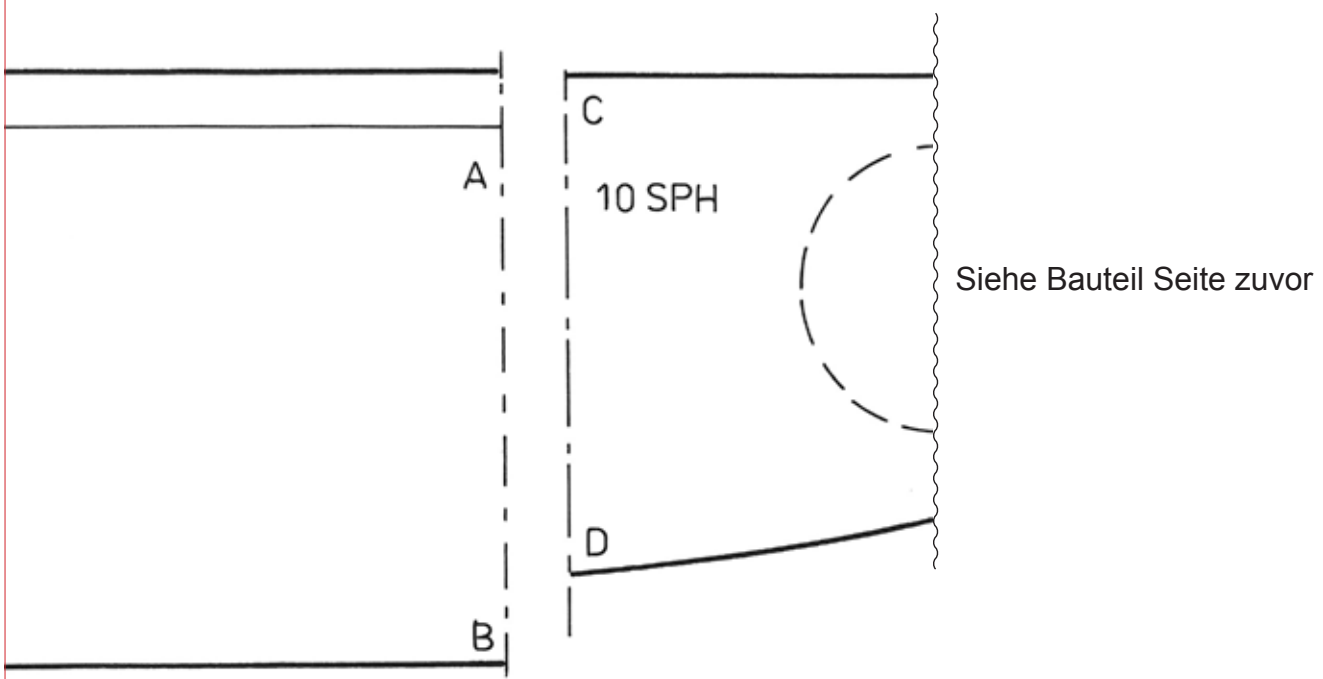
Streben anpassen, Rumpf lackieren. Weil man die ersten Flüge ohne Kameras, FPV Equipment und Ähnlichem machen wird, ist das Modell mit Ballastgewichten auszuwiegen. Mit 30–35% der Flügeltiefe, also SP bei etwa 10–11,5 cm von der Nasenleiste, dürfte schon alles schiefgehen.

Gas rein, mit Seitenruderfunktion Spur halten, hebt sich der Schwanz, ein bisschen ziehen. Der Rest geht von allein. Viel Glück.

10 B

+ 2×DECKPLATTE NACH UMRISS
2-3 PAPPEL SPH





Regler

Motorspant
Sph. 10 mm

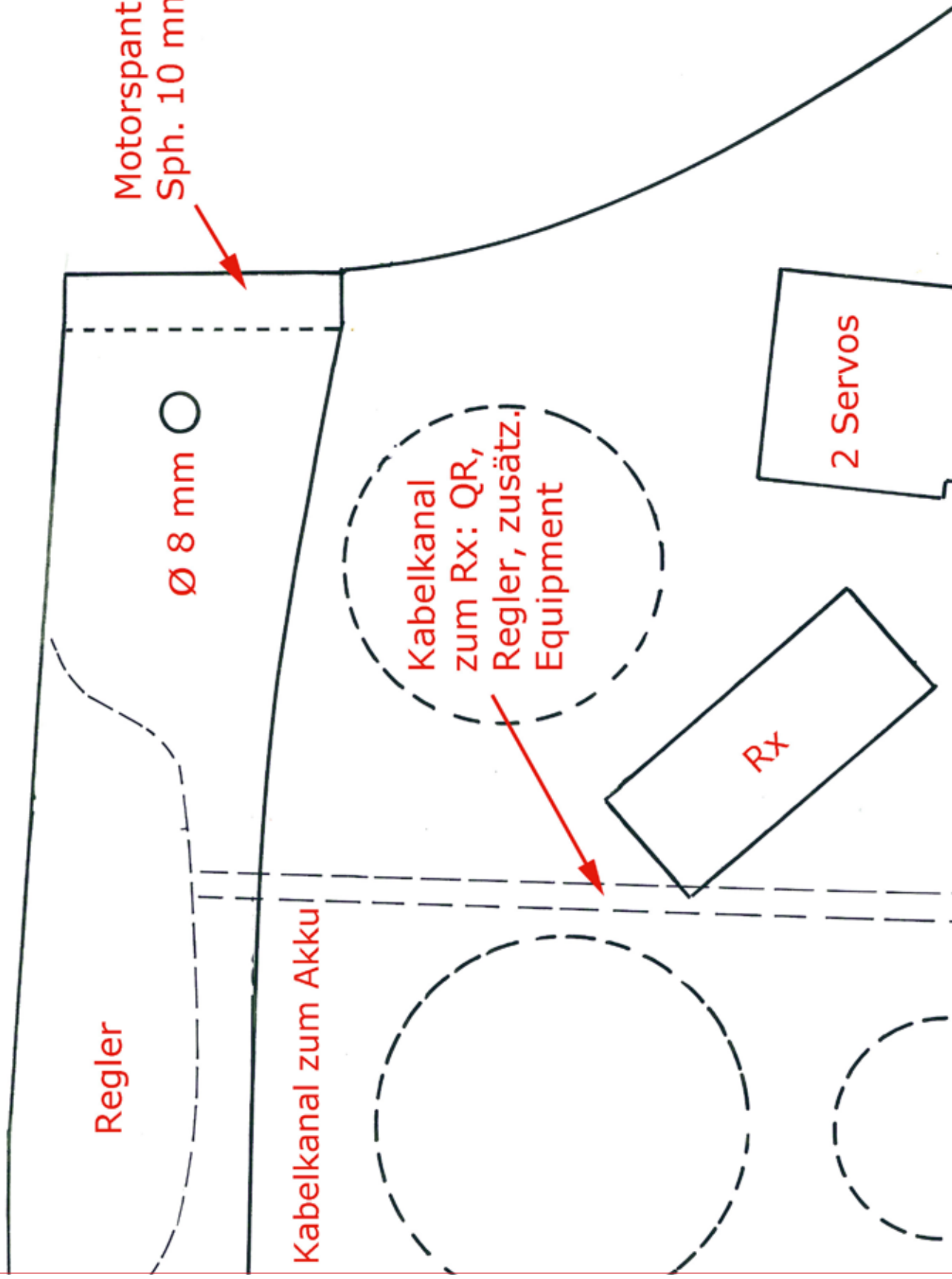
Ø 8 mm

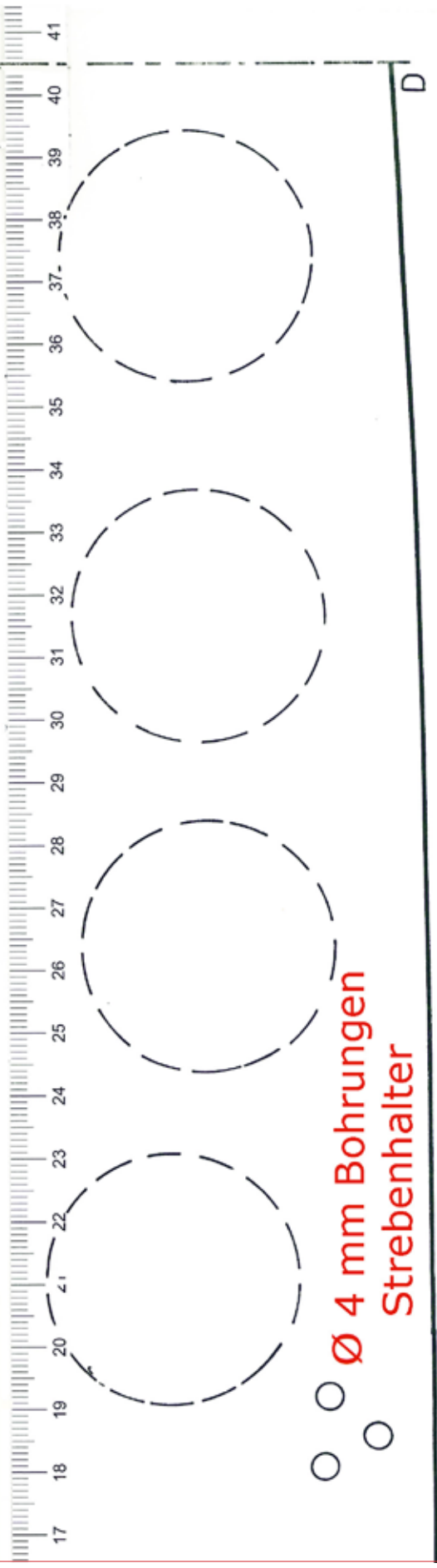
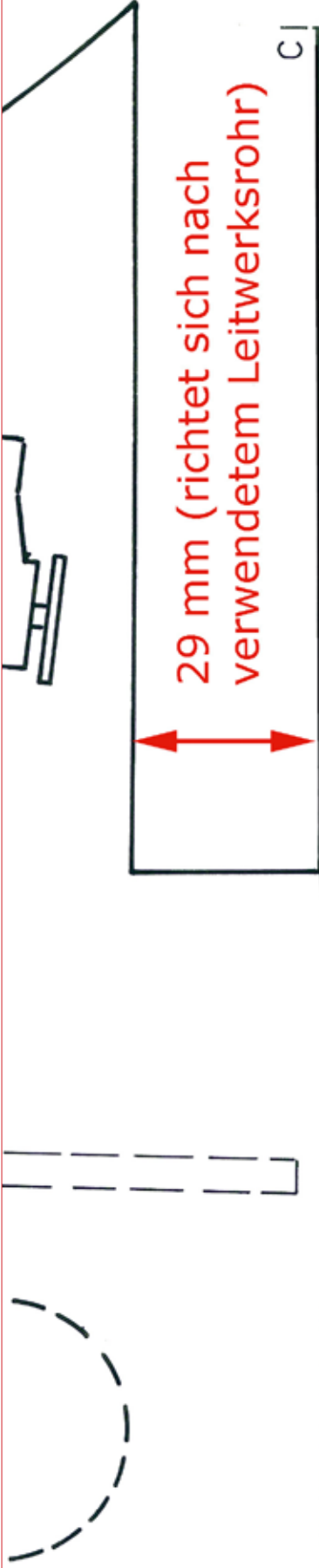
Kabelkanal zum Akku

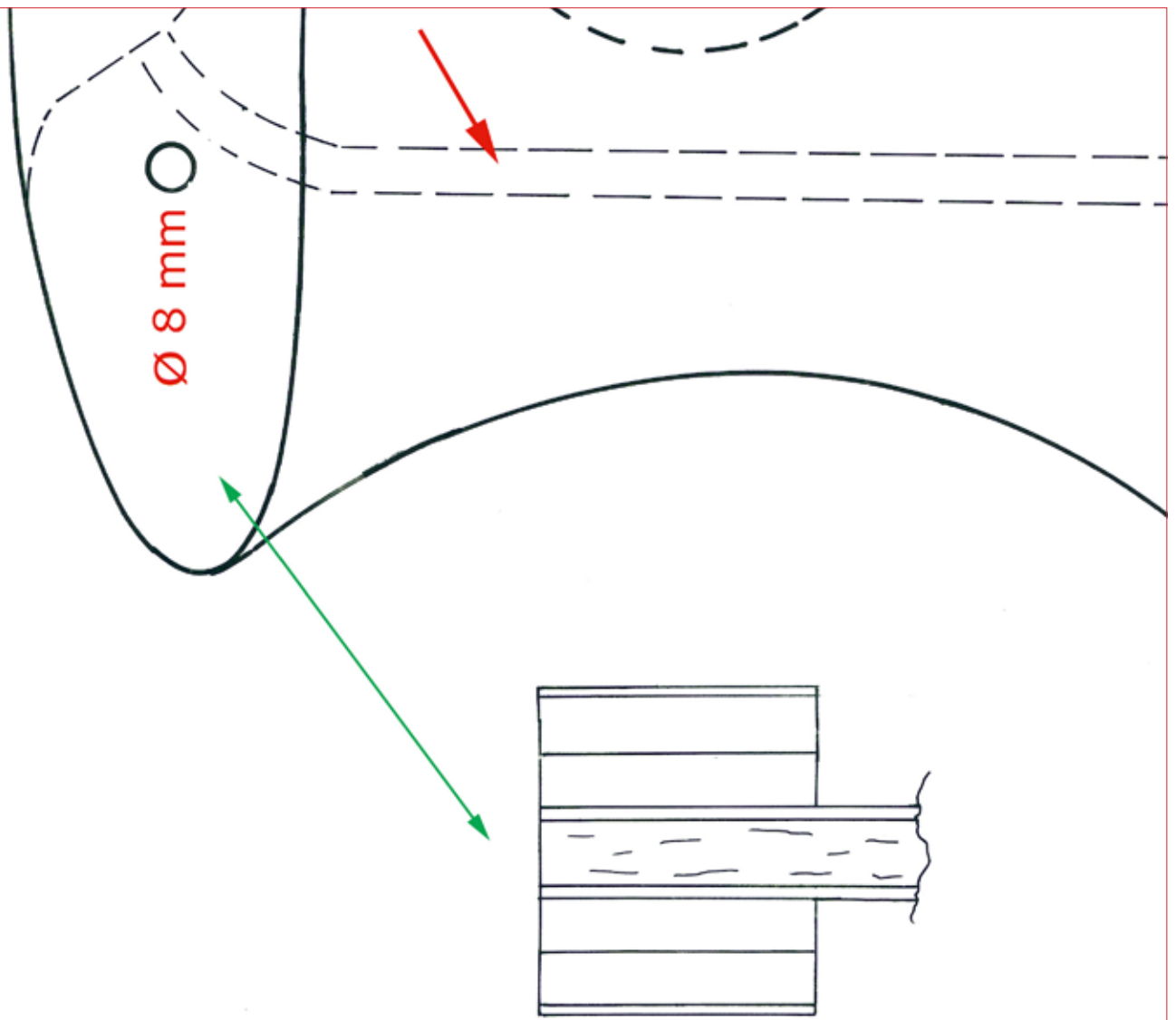
Kabelkanal
zum Rx: QR,
Regler, zusätz.
Equipment

Rx

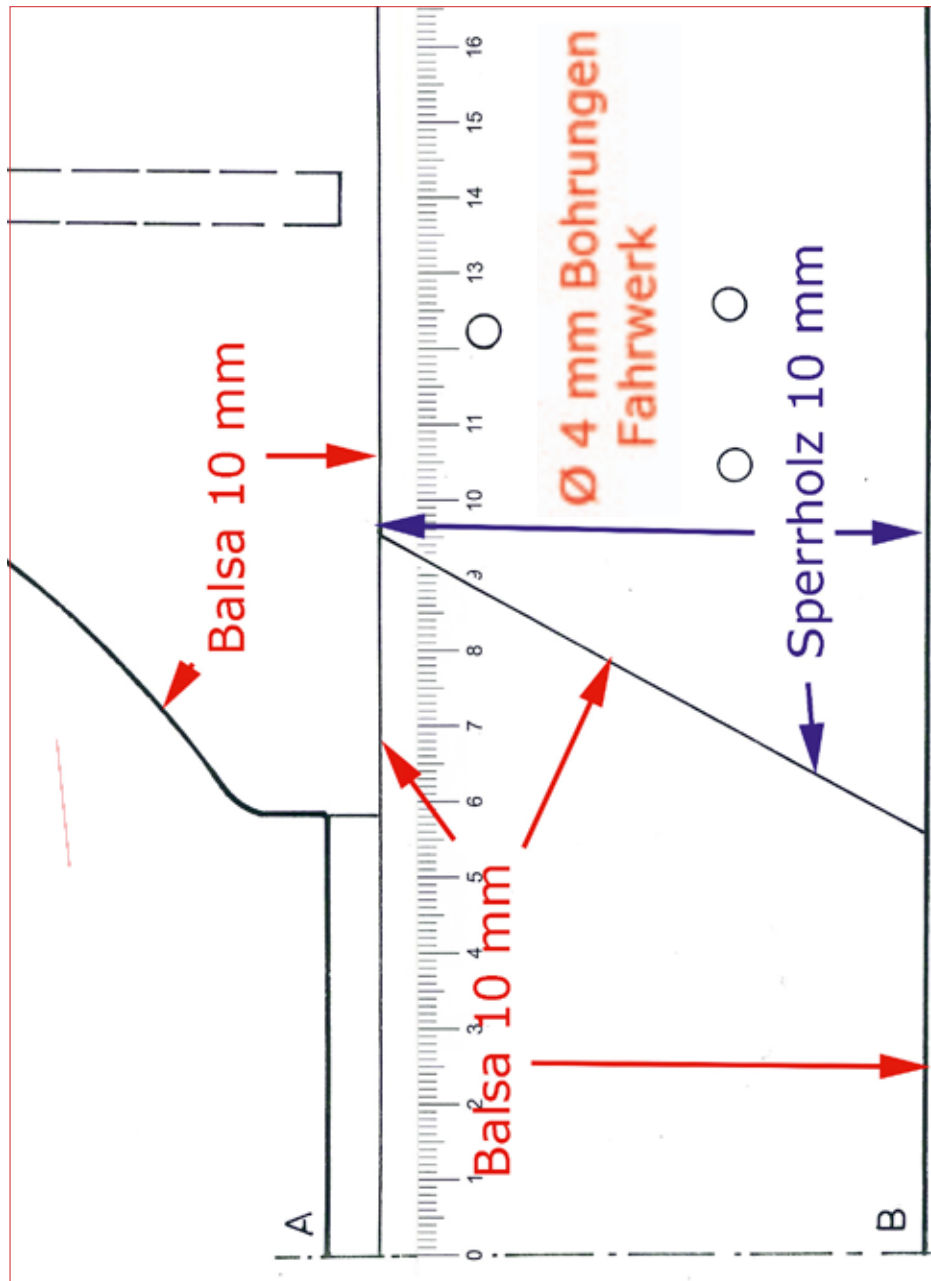
2 Servos







Maßstab 1:1





530 (X2 bis X)



310

B 10 + 2 x BIRKEN SPH 2

E



X2



X2



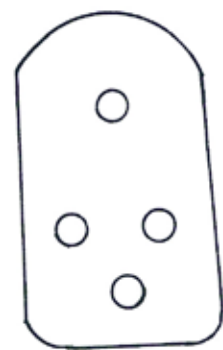
F

FAHRWERK ALUHART 4

$\phi 4$



$\phi 4$



RUMPF



FLUGEL

STREBENHALTER ALU 3



