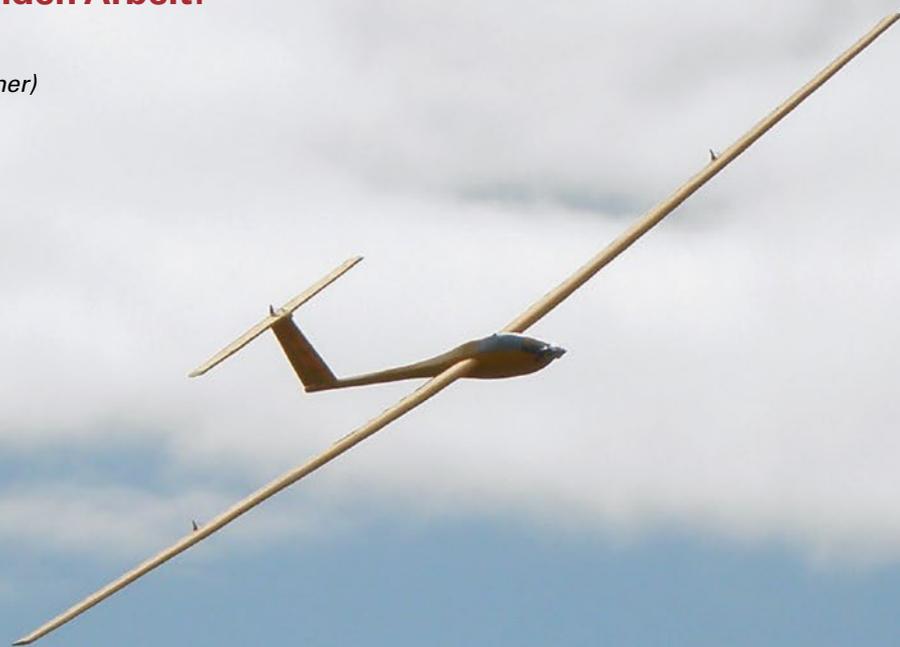


Quantum-410, ein 4,1-m-Segler «ready to fly»

Aber erst nach 300 Stunden Arbeit!

Pierre Boillat (Übersetzung Eva Wagner)



Quantum-410, un planeur de 4,1 m «ready to fly»

Mais seulement après 300 heures de travail!

Pierre Boillat



Pierre Boillat

Die Idee

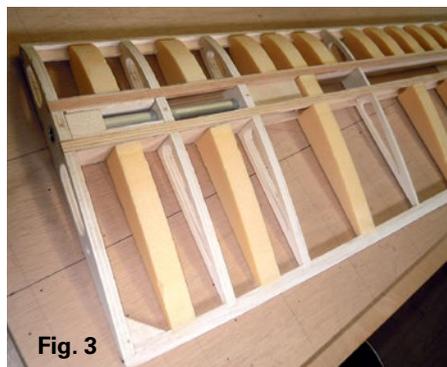
Der MG-Fribourg liegt über den Hügeln in Richtung Courtepin. Der Platz ist idealerweise sehr offen und eignet sich gut für Segelflug. Nicht weit von den Wolken, gibt es hier häufig Thermiken. Diese ausgezeichneten Bedingungen weckten in mir den Wunsch, das Projekt zum Bau eines leichten Segelflugzeugs, jedoch in angemessener Grösse, zu verwirklichen. Als ich die ersten Zeichnungen dieses relativ grossen Seglers machte, der bereits in meiner Vorstellung flog, fragte ich mich: «Wie soll ich ihn nennen?» Es musste tatsächlich ein Name für die verschiedenen Computerdateien gefunden werden, die diese Konstruktion generieren würde! Ich habe mich für Quantum entschieden, weil man sich unter Quantum ein kleines unteilbares Teil vorstellt, unveränderlich und praktisch unzerstörbar, was sicher hilfreich sein würde, seiner Integrität im Laufe der Zeit sicher zu sein. Nachdem ich diesen Namen gefunden hatte, machte ich 2D-Zeichnungen auf meinem Computer, nicht sehr detailliert, jedoch mit feinen Linien, mit denen ich extrapolieren konnte auf dem PC, oder manuell die Formen der verschiedenen Bestandteile, wie Flügelrippen und Rumpfspanten.

Hier zum Beispiel die Basiszeichnungen der Rippen an der Flügelwurzel und dem Rumpf

Ausgehend von diesen einzigen beiden, sehr einfachen und fragmentarischen Zeichnungen (Fig. 1 und 2), habe ich alle wesentlichen Teile extrapoliert. Sie wurden danach ausgedruckt und auf eine Sperrholzplatte aufgeklebt, schliesslich ausgesägt.

Zusammenbau der ersten Flügelemente

Zuerst wurden die Flügel zusammengebaut; das folgende Bild stellt ihre Struktur dar (Fig. 3):



Nach der Montage der 3 Hauptrippen an der Flügelwurzel wurden mechanische Festigkeitsprüfungen durchgeführt, wobei die Kräfte der Flügelnahe in den Aluminiumhülsen simuliert wurden. Ausgehend vom Prinzip, dass der fertige Segler nicht mehr als 4 kg wiegen durfte (vollständig ausgerüsteter Rumpf ca. 2 kg), konnte ich Kräfte aufbringen, die sich aus den angestrebten oder zufälligen akrobatischen Figuren bei 4 oder 5 g ergeben würden, dies natürlich unter Berücksichtigung der Hebelkraft in Bezug auf die Flügelmitte. Das heisst, etwa 100 cm von der Flügelwurzel aus.

Nach Abschluss dieses Arbeitsschritts ohne verdächtige Brüche oder Geräusche wurden die anderen Rippen aus Sperrholz oder Polyester fest aufgeklebt. Ganz rechts auf dem Foto sieht man den Platz, der für die Luftbremsen vorgesehen ist. Es ist zu beachten, dass das wegen seiner Einfachheit und seiner relativ langsamen Flugeigenschaften gewählte Profil das Clark-Y mit 11,7% Di-

L'idée

Le MG-Fribourg est situé sur les collines vers Courtepin, la place est idéalement bien dégagée et se prête bien au vol à voile, non loin des nuages, les thermiques y sont fréquentes. Ces excellentes conditions m'ont donné l'envie de concrétiser le projet de créer un planeur léger mais de bonne taille. Au moment de faire les premiers dessins de ce relativement grand planeur qui volait déjà dans ma tête, je me suis demandé: «Comment vais-je l'appeler?» Il fallait en effet trouver un nom pour les différents fichiers d'ordinateur que cette construction allait générer! J'ai opté pour: Quantum, parce-que un Quantum évoque une petite particule indivisible, inaltérable et pratiquement indestructible, ce qui aiderait sûrement à prévenir son intégrité au cours du temps!

Une fois ce nom trouvé j'ai fait quelques dessins en 2D, pas très détaillés mais en traits fins sur mon ordinateur avec lesquels je devais pouvoir extrapoler sur le PC, ou manuellement, les formes des différentes pièces constitutives comme nervures d'ailes et cloisons du fuselage.

Voici pour exemple les dessins de base des nervures à l'emplanture des ailes et du fuselage

A partir de ces seuls 2 dessins tout simples et fragmentaires (Fig. 1 et 2), j'ai extrapolé, toutes les pièces principales, elles ont ensuite été imprimées et collées sur du contreplaqué et enfin sciées.

L'assemblage des premiers éléments constitutifs des ailes

Les ailes ont fait l'objet des premiers assemblages, voici comment elles sont structurées (Fig. 3):

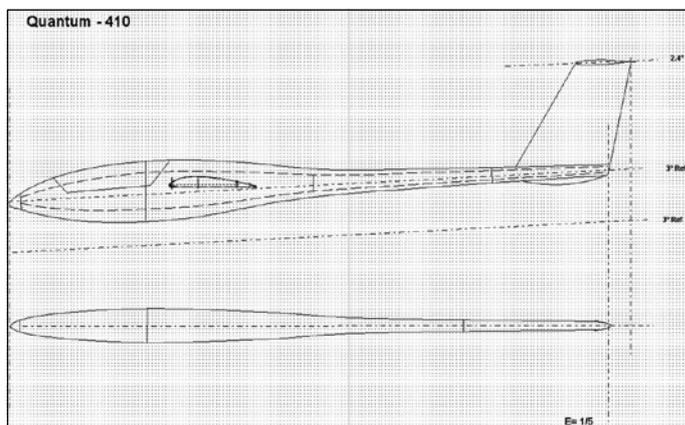
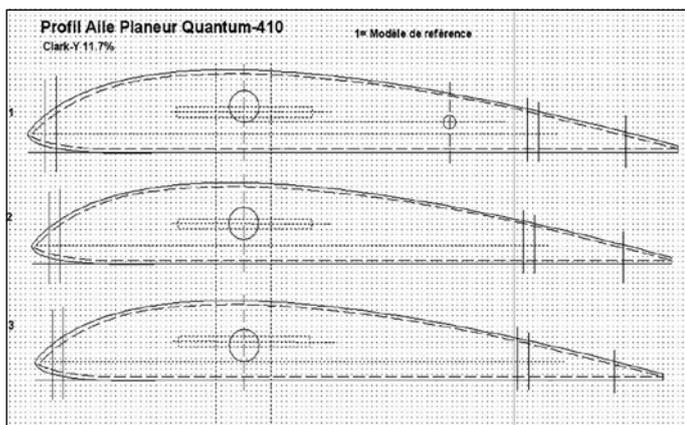


Fig. 1 und 2: Profil des Seglerflügels Quantum-410, 1. Referenzmodell.
Profil Aile Planeur Quantum-410. 1. Modèle de référence.

cke ist. Es ist ideal, um in Thermiken langsam zu drehen. Vier 4 Holme aus Kiefernholz 4x8 mm werden verwendet von der Flügelwurzel aus mit 1 m Länge, dann 2 Holme 4x8 mm bis zum Flügelende. Die Vorder- und Hinterkanten sind aus Balsaholz. Die Polyesterrippen wurden mit Heizdraht an Ort und Stelle ausgeschnitten, dabei wurden einige Rippen aus Sperrholz als Führung verwendet. Die Fotos verdeutlichen die Verschalung um die Holme, die Festigkeit gewährleisten.

Hier unten sieht man den Übergang von 4 Holmen auf 2 Holme, das heisst in der Mitte jedes Flügels (Fig. 4), und den für ein Querruder belassenen Platz.

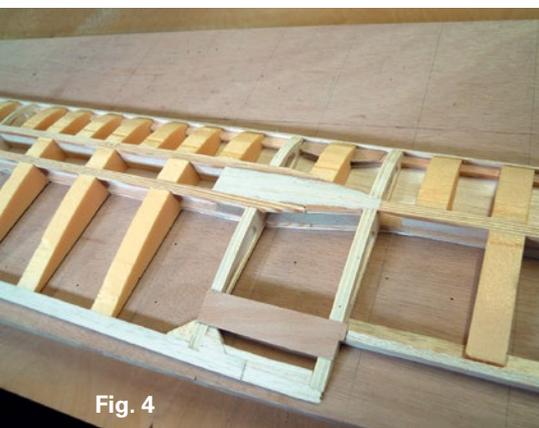


Fig. 4

Einige Flügelteile und alle Rippen aus Sperrholz und Polyester sind mit 2 mm dickem Balsaholz verkleidet (Fig. 5).



Fig. 5

Luftbremsen

Die Luftbremsen sind auf Sperrholzplatten befestigt (Fig. 6). Sie sind einbaufertig. Das Gehäuse, in dem sie untergebracht sind, ist gut sichtbar, und vor allem wurde nicht vergessen, Kabel für die Servos und Luftbremsen einzubauen.



Fig. 6

Montierte Luftbremsen (Fig. 7):



Fig. 7

Der Rumpf

Wie für die Flügelteile habe ich die Formen der Spante des Rumpfs, ausgehend von der Grundzeichnung, extrapoliert, (Fig. 2). Man kann auf diesem Bild (Fig. 8) die bereits mit 2 mm dickem Balsaholz oder 1,5 mm dickem Sperrholz verkleideten Teile erkennen. Im vorderen Teil befinden sich 10 Holme aus

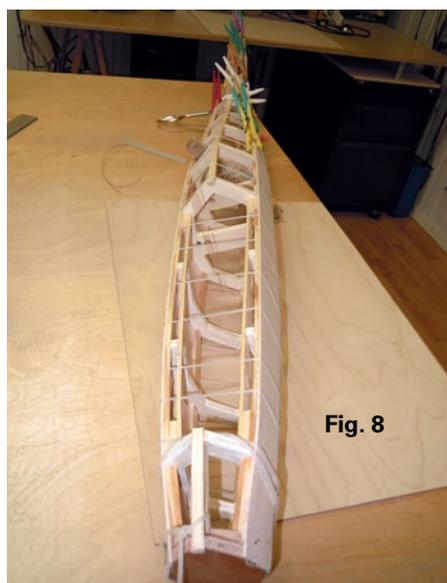


Fig. 8

Après l'assemblage des 3 nervures principales à l'emplanture des ailes, des tests de résistance mécanique ont été effectués en simulant les efforts de la clé d'aile dans les fourreaux en aluminium. En partant du principe que le planeur fini ne devrait pas peser plus de 4 kg (Fuselage tout équipé, env. 2 kg) j'ai pu appliquer les forces qui résulteraient de figures acrobatiques voulues, ou accidentelles à 4 ou 5 g, en tenant compte, naturellement, de l'effet de levier par rapport au milieu de l'aile, c.-à-d. à env. 100 cm depuis l'emplanture de l'aile.

Une fois cette étape accomplie, sans casse ni bruits suspects, toutes les autres nervures en contreplaqué ou Polystyrène ont été collées en place. Tout à droite sur la photo on voit l'emplacement réservé aux aérofreins.

A noter que le profil choisi pour sa simplicité et ses qualités de vol relativement lent est le Clark-Y à 11,7% d'épaisseur. Idéal pour tourner lentement dans les thermiques.

4 longerons en pin de 4x8 mm sont utilisés depuis l'emplanture de l'aile sur 1 m de longueur, puis 2 longerons de 4x8 mm jusqu'au saumon. Les bords d'attaques et de fuites sont en balsa. Les nervures en Polystyrène ont été coupées au fil chaud en place, en utilisant quelques nervures en contreplaqué comme guides. Les photos laissent apparaître le coffrage autour des longerons pour en assurer la solidité.

Ci-dessous, on voit la transition de 4 longerons vers 2 longerons, c.-à-d. au milieu de chaque aile, (Fig. 4) et la place laissée pour un aileron.

Certaines parties des ailes et toutes les nervures en contreplaqué et Polystyrène sont recouvertes de Balsa de 2 mm d'épaisseur (Fig. 5).

Les aérofreins

Les aérofreins sont fixés sur des plaquettes en contreplaqué (Fig. 6). Ils sont prêts pour le montage; on voit bien l'habitacle qui va les contenir et surtout on n'oublie pas d'installer les conducteurs électriques pour les servos et les aérofreins.

Aérofreins montés (Fig. 7)

Le fuselage

Comme pour les composants des ailes, j'ai extrapolé les formes des cloisons du fuselage à partir du dessin de base, (Fig. 2). On peut distinguer sur cette image (Fig. 8) les parties déjà recou-



Fig. 9

834 Kiefernholz und 6 identische Holme im hinteren Teil. Unter die Vorderseite des Rumpfs ist eine Kufe aus Glasfaser und Epoxidharz geklebt.

Eine erste Montage zur Freude am Weiterarbeiten und zur Motivation

In der Werkstatt beginnt die Montage Platz zu beanspruchen, aber man bekommt eine Idee davon, was daraus entstehen wird! (Fig. 9). Die Querruder sind installiert. Aus Balsaholz gebaut, sind sie nicht massiv, sondern Rippen mit 2-mm-Balsaholz verkleidet. Dasselbe gilt für die anderen Ruder.

Vorsichtsmassnahmen gegen radioelektrische Interferenzen

Die Luftbremsen und Servos sind durch Ferritkerne geschützt, um soweit wie möglich radioelektrische Störungen zu vermeiden (Fig. 10). Auf diesem Bild sieht man ebenfalls, wie die Luftbremsen auf der 4 mm dicken Sperrholzplatte befestigt sind.

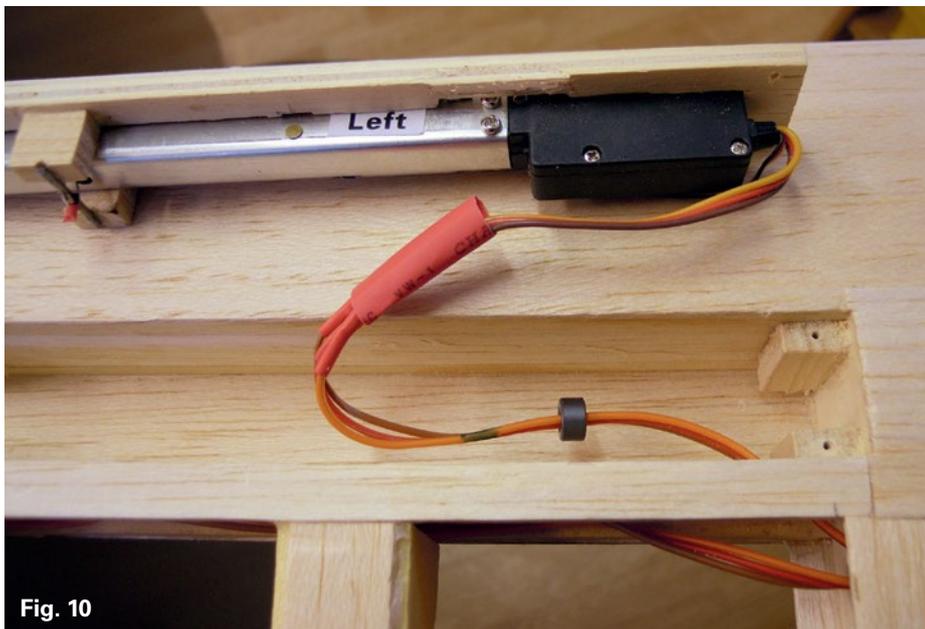


Fig. 10

Befestigung und Montage der Servos

Alle Servos sind auf einfach abnehmbaren Platten montiert. Sie sind mit Klammern aus Eisendraht befestigt (Fig. 11) und mit kleinen verklebten Sperrholzkeilen festgehalten. Auf diese Art und Weise kann ein Austausch, sofern er erforderlich ist, in ein paar Minuten erledigt werden.

Die Kabel werden gestreckt, indem man sie auf kleine Platten aus Vero-Board schweisst. Dann wird darüber ein wärmeschrumpfendes Rohr heiss gepresst (Fig. 12 und 13).

Man sieht ebenfalls die Ferritperle.

Bespannung des Flugzeugs mit Oracover

Ein auf einer speziellen Pfanne montierter Lötkolben wird verwendet zum Kleben und Spannen der Oracover-Verkleidung (Fig. 14 et 15). →



Fig. 11

vertes par du balsa de 2 mm ou du contreplaqué de 1,5 mm. Il y a 10 longerons en pin de 8x4 dans la partie avant, et 6 longerons identiques dans la partie arrière. Un patin en fibre de verre et résine Epoxy est collé sous l'avant du fuselage.

Un premier montage pour se faire envie et se motiver

Dans l'atelier, le montage commence à prendre de la place, mais on se fait une idée de ce que ça donnera! (Fig. 9). Les ailerons sont installés. Construits en balsa, ils ne sont pas massifs, mais nervurés et couverts de balsa de 2 mm. Il en sera de même pour les autres gouvernes.

Précaution contre les interférences radioélectriques

Les aérofreins et les servos sont protégés par des perles en Ferrite afin de prévenir autant que possible les interférences radioélectriques (Fig. 10). Sur cette figure on voit également comment les aérofreins sont fixés sur la plaquette de contreplaqué de 4 mm d'épaisseur.

Fixation et montage des servos

Tous les servos sont montés sur des plaquettes facilement démontables, ils sont fixés par des agrafes en fil de fer (Fig. 11) et maintenus en place par des petites cales en contreplaqué collées. De cette manière, s'il fallait en changer, ceci pourrait être fait en quelques minutes. Les câbles sont rallongés en les soudant sur des petites plaquettes de Vero-Board. Un tube thermo-rétractable est ensuite serré à chaud par-dessus (Fig. 12 et 13).

On y voit également la perle de Ferrite.

Revêtement du planeur par de l'Oracover

Un fer à souder munis d'une panne spéciale est utilisé pour coller et tendre le revêtement en Oracover (Fig. 14 et 15).

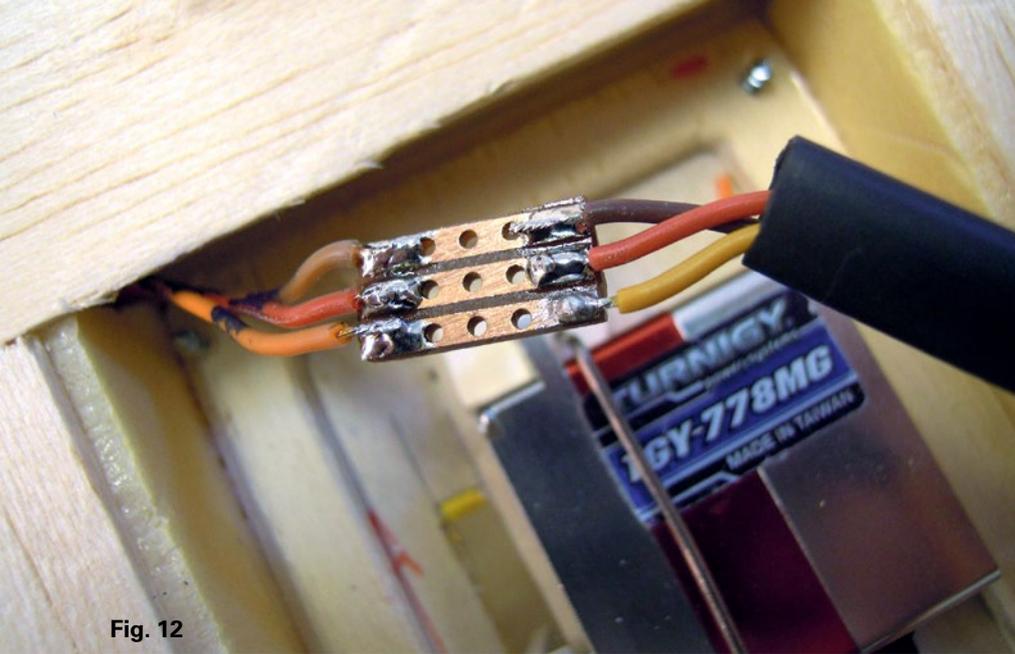


Fig. 12

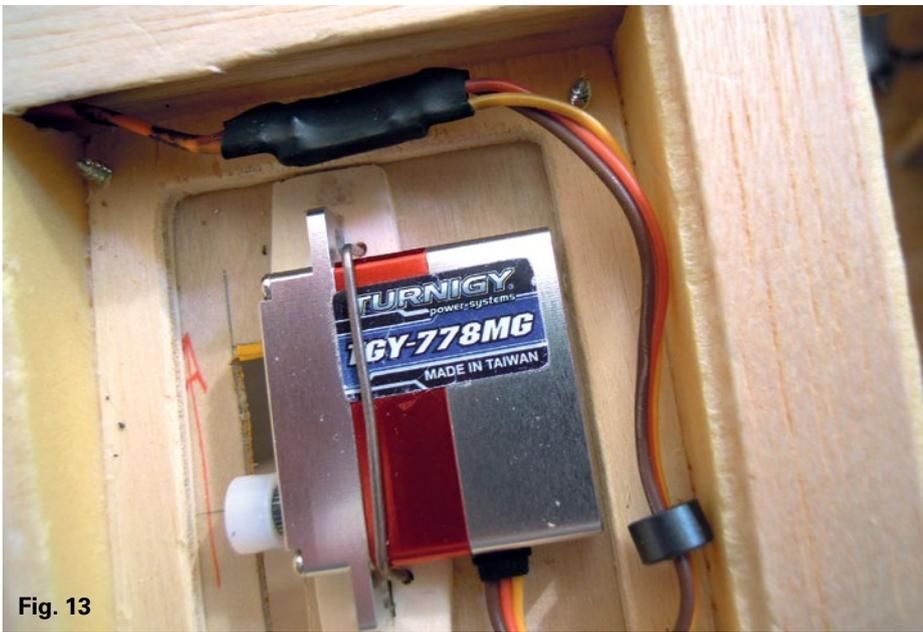


Fig. 13



Fig. 15



Fig. 14

Attention à la température de la panne, elle doit être d'env. 170 °C. Un fer à repasser peut aussi être utilisé pour certaines grandes surfaces (Fig. 16). Il faut le régler sur soie-laine. C'est mieux de s'assurer que la température est bien d'env. 170 °C; pour ce faire, j'utilise un thermomètre digital muni d'un thermocouple Ni-CrNi. →



Fig. 16



Fig. 17

Aufpassen auf die Temperatur der Pfanne; sie muss ca. 170 °C sein. Für einige grosse Flächen kann auch ein Bügeleisen verwendet werden (Fig. 16). Es muss auf Seide-Wolle eingestellt sein. Es ist besser, sich zu versichern, dass die Temperatur gut bei ca. 170 °C liegt. Dazu benutze ich ein Digitalthermometer mit einem Thermoelement aus Ni-CrNi.

Elektrische Ausrüstung

Es wird eine Futaba-Fernsteuerung mit 2,4 GHz verwendet; eine selbst gebaute Telemetrie findet im Rumpffinneren gerade hinter dem Cockpit ihren Platz (Fig. 17).

Dieses Telemetrie-System wurde bereits in einem Artikel im Heft Modellflugsport 2/2013 beschrieben. Das Flugzeug ist ausgerüstet mit einem bürstenlosen



Fig. 19

Équipement électrique

Une télécommande Futaba en 2,4 GHz est utilisée, et une télémétrie home made va prendre place à l'intérieur du fuselage juste derrière le cockpit (Fig. 17).

Ce système de télémétrie a déjà fait l'objet d'un article dans Modellflugsport 2/2013. Le planeur est équipé d'un moteur Brushless avec un contrôleur



Fig. 18



Fig. 20

Motor mit einem Steuergerät 70 A_{max}, BEC 3 A, Batterie LiPo 5S. Die Batterieleistung beträgt ca. 700W.

Konstruktionsdetails und Einstellungen für den ersten Flug

Schliesslich, nach all diesen Arbeitsstunden, ist das Flugzeug «ready to fly» für die ersten Tests (Fig. 18 und 19). Es ist zu vermerken, dass die Kinematik der Ruder diversen Tests unterzogen wurde, damit zum Beispiel die Differentialamplitude der Querruder-Bewegung eher mechanisch als elektronisch kontrolliert wird. So verfügt man über mehr Feineinstellung (Fig. 20). Beim Anschauen dieses Bildes versteht man – sofern man ein gewisses «feeling» für die Mechanik hat –, dass für eine gegebene Winkelbewegung des Servohebels nach vorn oder hinten die Querruder einen weit grösseren Ausschlag nach oben oder unten haben, was erstrebenswert ist. Man kann danach die Einstellung durch Programmieren der Fernsteuerung perfektionieren! Die Querruderhebel werden auf der Oberseite platziert, damit sie im Fall einer Landung unter widrigen Umgebungsbedingungen besser geschützt sind. Aus rein aerodynamischer Sicht wäre es besser, sie auf die Unterseite zu montieren.

In Fig. 20 sieht man auch gut, wie die Platten, die die Servos tragen, mit 4 Schrauben auf den Flügeln befestigt sind.

Man beachte schliesslich, dass zu den Flügelenden hin das Clark-y-Profil sich allmählich zu einem bikonvexen, um einige Grad leicht verdrehten Profil entwickelt, wobei der Rand der Hinterkante nach oben gezogen wird, dies mit der Absicht, die Randwirbel etwas zu reduzieren (Fig. 21). →



Fig. 21

70 A_{max}, BEC 3 A, Batterie LiPo 5S. La puissance fournie au niveau de la batterie est d'env. 700W.

Détails constructifs et réglages pour le premier vol

Enfin, après toutes ces heures de travail le planeur est prêt «ready to fly» pour les premiers essais (Fig. 18 et 19). A noter que la cinématique des gouvernes a fait l'objet de tests divers afin que, à titre d'exemple, l'amplitude différentielle des mouvements des ailerons soit plutôt gérée mécaniquement qu'électroniquement. On dispose ainsi de plus de finesse de réglage (Fig. 20). On comprend en regardant cette image – si on a un certain «feeling» pour la mécanique – que pour un déplacement angulaire donné du levier du servo vers l'avant ou vers l'arrière, les ailerons auront un débattement plus grand vers le haut que vers le bas, ce qui est souhaitable; on peut ensuite figurer le réglage en programmant la télécommande!

Les guignols sont placés sur l'extrados afin qu'ils soient mieux protégés en cas d'atterrissage dans une nature hostile. Cependant, d'un point de vue strictement aérodynamique, il serait préférable de les placer sur l'intrados.

Sur la Fig. 20 également on voit bien comment les plaquettes supportant les servos sont fixées sur les ailes au moyen de 4 vis. →



Notez enfin que vers l'extrémité des ailes le profil Clark-y évolue progressivement vers un profil biconvexe légèrement vrillé de quelques degrés, le bord de fuite étant tiré vers le haut avec l'idée de réduire un peu les tourbillons marginaux. (Fig. 21).

Une valeur d'exponentiel à env. 30% est appliquée sur toutes les commandes, l'optimisation sera faite après les premiers vols.

Le premier vol du Quantum-410

Inutile de préciser le «stress» lors du premier décollage. Le planeur avait été placé sur un chariot, l'accélération était correcte me semblait-il et, après 10 ou 15 mètres, c.-à.-d. juste après quelques secondes, il s'est élevé dans son élément bien dans l'axe, tranquillement sans que j'intervienne. A 100 mètres de hauteur, en vol plané, un peu de «trim» a été nécessaire sur la profondeur pour compenser une petite erreur de centrage. Un essai en perte de vitesse a montré que l'engin ne présentait pas de vice particulier. Le variomètre me donna de bonnes indications sur la finesse, qui à première vue, était meilleure qu'avec mes plus petits planeurs (là il n'y avait rien d'étonnant). Ensuite j'ai effectué quelques virages serrés pour observer la déformation des ailes puis deux loopings bien ronds à basse altitude, toujours en observant autant que possible la géométrie du planeur et en écoutant bien les éventuels bruits suspects tels que vibrations ou craquements. Tout paraissait normal. Un peu de «gaz» afin de faire un tour de piste en toute sécurité, et effectuer le premier atterrissage. Là j'ai été surpris de l'efficacité incroyable des aérofreins qu'il a fallu doser à bon escient, sinon c'était l'atterrissage avant le seuil de la piste!

Auf alle Befehle wird ein Exponentialwert von ca. 30% aufgebracht. Die Optimierung erfolgt nach den ersten Flügen.

Der erste Flug der Quantum-410

Der «Stress» beim ersten Start braucht nicht weiter beschrieben zu werden. Das Flugzeug wurde auf einen Wagen gestellt, die Beschleunigung schien mir korrekt. Nach 10 oder 15 Metern, das heisst, nach nur einigen Sekunden hob es sich gut in der Achse in sein Element ab, und dies ruhig und ohne dass ich eingreifen musste. Auf 100 m Höhe war beim Gleitflug etwas «Trim» auf die Tiefe erforderlich, um einen kleinen Zentrier-

Technische Daten/Données techniques:

| | |
|---|--|
| Spannweite/Envergure: | 410 cm |
| Länge des Rumpfs/Longueur fuselage: | 175 cm |
| Flügelprofil/Profil d'aile: | Clark-y 11,7% |
| Streckung/Allongement: | 20 |
| Gewicht RTF/Poids RTF: | 3,8 kg |
| Flügelbelastung/Charge alaire: | 43 g/dm ² |
| Verkleidung/Revêtement: | Oracover |
| Flügelanschluss/Clé d'aile: | AC Federdurchmesser 10 mm, Länge 440 mm |
| Motor/Moteur: | Brushless L3040-480G Hobbyline |
| Leistung/Puissance: | 700 W (1000 W möglich mit LiPo 6S) |
| Zugkraft am Boden/Force de traction au sol: | 22,5 N (ca. 2,3 kgf) |
| Klappbarer Propeller/Hélice pliable: | 14 x 10" |
| Batterie LiPo/Batterie LiPo: | 5S-3000 mAh |



fehler auszugleichen. Ein Versuch mit Geschwindigkeitsverlust zeigte, dass die Maschine keine wesentlichen Mängel aufwies. Das Variometer gab mir gute Anzeigen zum Gleitverhältnis, das auf den ersten Blick besser war als jenes mit meinen kleinen Flugzeugen (hier gab es nichts Überraschendes). Danach flog ich ein paar enge Kurven, um die Deformation der Flügel zu beobachten, dann zwei schöne runde Loopings in geringer Höhe, wobei ich ständig so weit wie möglich die Geometrie des Flugzeugs beobachtete und sorgfältig auf etwaige verdächtige Geräusche wie Vibrationen oder Krachgeräusche horchte. Alles schien normal. Etwas «Gas», um ganz sicher die Piste abzufiegen und die erste Landung durchzuführen. Ich war von der unglaublichen Wirksamkeit der Luftbremsen überrascht, die ganz bewusst dosiert werden mussten, sonst wäre dies eine Landung vor dem Pistenanfang gewesen!

Schlussfolgerungen

Bis heute wurden viele weitere Flüge in der Thermik durchgeführt, wie sich das gehört. Das Flugzeug war für diesen Zweck gebaut. Was ich anmerken möchte, ist, dass man schöne Maschinen mit sehr wenigen technischen Mitteln bauen kann: Einfache 2D-Zeichnungen auf dem PC, oder sogar mit der Hand, sind ausreichend. Die Herstellung der Bauelemente wie Flügelrippen und Rumpfspante stellen keine unüberwindlichen Probleme dar. Es braucht jedoch Geduld. Wenn man jedoch die unvermeidlichen Leerlaufzeiten während Wochen und Monaten nutzt, kommt man schliesslich zum Ziel. Und eines Tages, wie ich schon im Titel gesagt habe, ist die Maschine «ready to fly»! Wie durch ein Wunder ...

(Ein grosses Dankeschön an Gilbert, Bruno, Antoine, die MG-Fribourg für die Hilfestellung während der Tests.) ■

Conclusion

A ce jour, beaucoup d'autres vols ont été effectués, dans les thermiques, comme il se doit, le planeur a été construit dans ce but. Ce que je voudrais faire remarquer, c'est qu'on peut construire de jolies machines avec très peu de moyens techniques: de simples dessins 2D sur PC ou même à la main suffisent. La réalisation des composants tels que les nervures des ailes et les cloisons du fuselage ne pose pas de problèmes insurmontables. Il faut cependant de la patience, mais en utilisant les inévitables temps morts au cours des semaines et des mois, on y arrive. Et un jour comme je le disais dans le titre, la machine est «ready to fly!» comme par miracle ...

(Grand merci à Gilbert, Bruno, Antoine, et Hans, du MG-Fribourg, pour l'assistance durant les essais.) ■