

# ArduSmartPilot: Anleitung Umbau Felix80

## Zusammenbau des Wurfgleiters Felix80

Der Wurfgleiter ist weitgehend fertig aufgebaut. Es muss nur noch das Höhenleitwert aufgeklebt und der Flügel mit einem Gummi am Rumpf befestigt werden.

Die Klebung des Höhenleitwerks über das schon aufgebrachte doppelseitige Klebeband löst sich relativ leicht wieder. Daher wird am besten der Kleberstreifen mit Alkohol entfernt und das Höhenleitwert mit einem Zweikomponenten Epoxidharzkleber befestigt.

Hierfür können Sie einen preiswerten Epoxidharzkleber in einer Doppelspritze verwenden, der in 5 Minuten handfest ist. (UHU Plus ist hierfür zu teuer und zu hochwertig.)

Der Wurfgleiter ist von Hersteller durch ein Metallgewicht im vorderen Rumpf schon fertig austariert. Diese Schwerpunktllage muss jetzt an der Flügelunterseite mit einem Stift markiert werden, damit man das Flugzeug nach dem Umbau wieder genau so austarieren kann. Sie befindet sich dort, wo man mit Daumen und Mittelfinger den Flügel abstützen muss, damit beim Flugzeug der Rumpf leicht nach unten zeigt.

## Entfernen des Metallgewichts

Im nächsten Schritt wird das Metallgewicht (siehe Foto, das eine gebrochene Rumpfnase zeigt) aus dem vorderen Rumpf entfernt. Es wird nicht benötigt, da an der Rumpfspitze der Motor mit einem ähnlichen Gewicht angebracht wird.

Dazu den Rumpf des Flugzeugs auf einen ebenen Tisch auflegen, so dass das Höhenleitwerk komplett auf dem Tisch aufliegt.

Mit einer Nadel vorne in die Nase des Flugzeugs Richtung Leitwerk stechen, um nachzumessen, in welcher Tiefe sich das zylinderförmige Metallgewicht befindet. Dann seitlich am Rumpf beidseitig eine vertikale Linie zeichnen, die etwa 3 Grad nach vorne gekippt ist. Diese Linie soll 0-3 Millimeter vor dem Metallgewicht liegen.

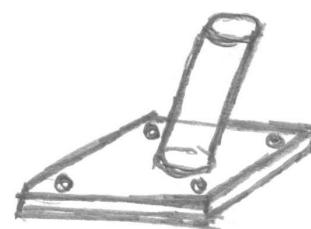
Entlang dieser Linie wird die Nase des Rumpfes mit einem großen Cuttermesser plan abgeschnitten. Die dadurch entstehende Fläche hat dann einen „Sturz“ von ca. 3° nach unten. Damit wird ein Aufbäumen des Flugzeugs beim Gasgeben vermieden.

Nun wird mit der Nadel das Metallgewicht lokalisiert, dessen Stirnseite freigelegt und anschließend mit einer Pinzette herausgezogen. Das Gewicht ist nicht verklebt, sondern liegt in lose einer Ausparung die vom Hersteller durch das Aufkleben der Kanzel (auf den Bildern das rote Stück EPP Material vorne am Rumpf) verschlossen wurde.

## Anbringen des Motors

Der Motor wird über einen Motorhalter am Flugzeug befestigt. Der Motorhalter besteht aus einer Platte die mit einem Zylinder verbunden ist (siehe Skizze). Der Zylinder wird in den vom Metallgewicht freigewordenen Hohlraum eingeführt. Die Platte liegt auf der zuvor hergestellten Schnittfläche auf.

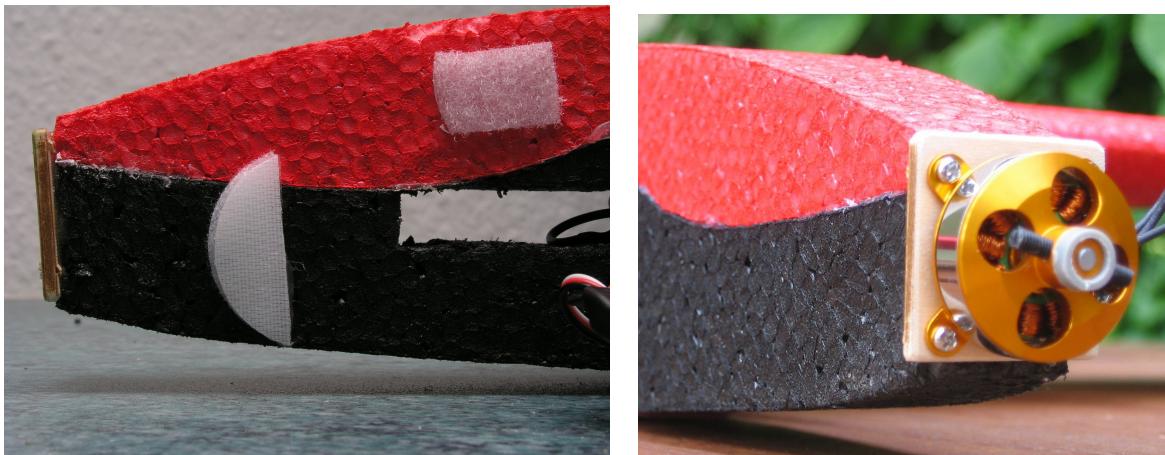
Der Motorhalter kann z.B. aus einem dünnen Sperrholz und einem Stück Holzrundstab hergestellt werden. Der zylindrische Teil ist wichtig, damit der Motorhalter fest mit dem Rumpf ver-



bunden ist und bei einem Absturz nicht so schnell abbrechen kann (... wie das auf dem Foto oben der Fall war). Der zylindrische Teil muss fest mit der Platte verbunden sein und steht übrigens nicht senkrecht auf ihr. Die quadratische Platte muss groß genug für die vier Anschraubpunkte des Motors sein.

Holz als Material hat den Vorteil, dass der Motor später einfach mit kleinen Schrauben ohne Vorbohren befestigt werden kann.

Als letzten Schritt wird der eingepasste Motorhalter vollflächig in den Hohlraum und mit der Schnittfläche verklebt. Ist der Kleber ausgehärtet, wird der Motor mit vier Schrauben befestigt (siehe Foto).



## **Herstellen der Seiten- und Höhenruder**

Hierfür werden Höhen- und Seitenleitwerk jeweils durch ca. 3 cm breite Streifen verlängert. Diese Streifen werden über je zwei Scharniere befestigt, so dass sie beweglich gelagert sind und damit das Flugzeug steuern können.

Als Material für die Ruder kann ein dünnes Sperrholz, Balsaholz oder am besten 6 mm dickes EPP-Plattenmaterial (also das gleiche Material wie die Leitwerke des Flugzeugs) verwendet werden.

Die Scharniere werden zuerst nur provisorisch befestigt: Dazu werden mit einem Cutter an den entsprechenden Stellen Längsschlüsse in die Ruder und Leitwerke geschnitten. In diese Schlüsse steckt man dann die Scharniere hinein.

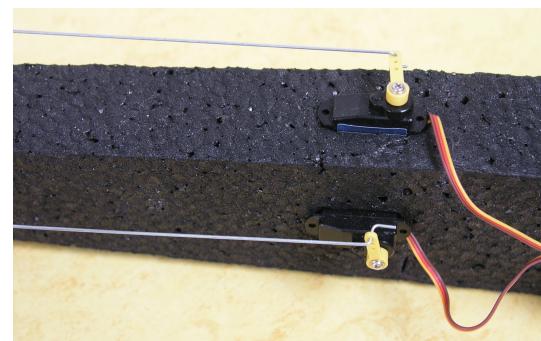
Wenn die Ruder korrekt funktionieren, können die Scharniere mit Epoxidharzkleber in den Schlüssen gesichert werden.

Damit die Servos die Ruder bewegen können, müssen auf den Rudern sogenannte Ruderhörner aufgeklebt werden. Dies wird am besten erst dann ausgeführt, wenn die Servos schon im Rumpf platziert sind.

## **Anbringen der Servos**

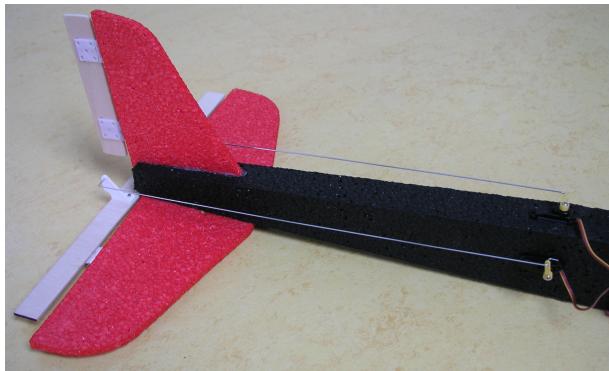
Beim fertigen ArduSmartPilot soll der Schwerpunkt genau dort sein, wo er bei dem Wurfgleiter vor dem Umbau schon war. Das soll ohne zusätzliche Gewichte, sondern allein durch eine abgestimmte Positionierung der Servos, des Akkus und der Elektronik erreicht werden.

Das bedeutet: Je weiter die Servos hinten im Rumpf liegen, desto weiter müssen Akku und Elektronik nach vorne. Die optimal geschützte Position für die



Elektronik ist unter dem Flügel. Der Akku sollte auch nicht zu weit vorne im Rumpf liegen, da seine Aufnahme den Rumpf schwächt.

Daher werden die Servos möglichst direkt hinter dem Flügel positioniert. Dann müssen deren Anschlusskabel auch nicht verlängert werden.



Ein Servo kommt oben und einer kommt seitlich in den Flugzeugrumpf. Dazu die Grundfläche des Servos jeweils auf dem Rumpf anzeichnen. Dieses Rechteck dann mit einem kleinen Cutter genau ausschneiden, so dass der Servo später stramm in dieses rechteckige Loch hinein gesteckt wird. Dazu mit dem Cutter immer ein Stück senkrecht hinein schneiden und dann das EPP-Material mit einem kleinen Schraubendreher „hinauspulen“ bis das Loch tief genug ist.

Schließlich die Servohörner aufsetzen und dann aus dem Stahldraht eine sogenannte „Ruderan-

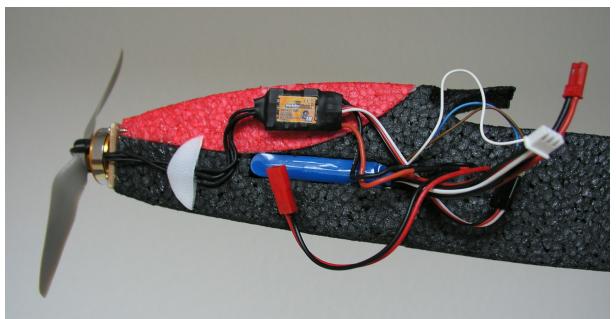
lelung“ bauen. Damit ist die Kraftübertragung zwischen den Servos und den Rudern in Form dieser dünnen „Stange“ gemeint.

Nach der Geschichte mit dem Schwerpunkt kommt nun wieder die Physik ins Spiel: Jetzt muss auf den Rudern jeweils ein Ruderhorn aufgeklebt (oder geschraubt) werden. Die optimale Position dafür und welches der Löcher beim Servo- bzw. Ruderhorn für die Ruderanlenkung verwendet sind, am besten ausprobieren – oder sich Gedanken über die Physik dazu machen ;-)

## Anbringen des Akkus

Über die Lage des Akkus kann nun die Lage des Schwerpunkts grob dorthin gebracht werden, wo sie sein sollte (den Feinabgleich kann man anschließend noch über das Platzieren der Elektronik machen).

Dazu den Akku oben auf den Rumpf auflegen und mit ihm das Flugzeug ausbalancieren. Diese Position seitlich am Rumpf anzeichnen.



Dort dann in etwa mittig einen horizontalen Schlitz in den Rumpf schneiden, in den der Akku später stramm in Längsrichtung zum Rumpf eingesteckt werden kann (siehe Foto). Er sollte dann nicht mehr aus dem Rumpf hervorstehen.

## Anbringen der restlichen Elektronik

Jetzt fehlen noch der Motorregler (ESC) und der Arduino mit dem BT-Modul.

Den Arduino und das BT-Modul zusammen auf eine dünne Holzplatte mit doppelseitigem Klebe-

band (z.B. mit kleinen Stücken von Tesa Powerstrips) aufkleben. Dieses Modul dann über Klettklebeänder unter dem Flügel auf der Servoseite am Rumpf befestigen.  
Die Klettklebeänder haben hier den Vorteil, dass man zum Löten, Testen oder Programmieren die Elektronik leicht abnehmen kann und es zum Feinabgleich des Schwerpunkts verschieben kann.  
Für das Verschieben den Klettstreifen am Rumpf deutlich größer machen als der am Modul (wo relativ kleine Klettstücke schon vollständig ausreichen!).

Auf die gegenüberliegende Rumpfseite dann den Motorregler anbringen. Diesen wie vorhin beschrieben auch über Klettklebestreifen befestigen.

Damit der Regler die Elektronik durch seinen „Elektrosmog“ möglichst wenig stört, sollen der Regler und die restliche Elektronik möglichst weit voneinander angeordnet werden.

## **Feinabgleich des Schwerpunkts**

Jetzt den Propeller aufsetzen und über die Position des Reglers und des Elektronikmoduls den Schwerpunkt feinjustieren. Wenn nötig muss nun der Akku in seinem Schlitz in Längsrichtung des Rumpfes noch etwas verschoben werden, indem der Schlitz vorher etwas länger gemacht wird.

## **Einstellen des ESCs**

Der Motorregler (ESC = Electronic Speed Controller) hat die Aufgabe den bürstenlosen Motor anzusteuern indem er darin ein Drehfeld generiert, durch das die mit Permanentmagneten bestückte Außenhülle mitgerissen wird.

Zusätzlich stellt der Motorregler aus der Akkuspannung eine geregelte Gleichspannung von 5 V her, mit der die Servos und der Arduino versorgt werden.

Und schließlich schützt er den Akku vor zu hoher Entladung indem er die Motorleistung drosselt, wenn die Akkuspannung unter einen kritischen Wert gefallen ist.

Der Motorregler ist für den Anschluss an einen Fernsteuerempfänger ausgelegt und benötigt daher PWM-Signale, die im ArduSmartPilot der Arduino herstellt.

Bevor man den Motorregler einsetzt muss dieser parametert werden:

- 1) Ihm muss mitgeteilt werden, welches PWM-Signal Motorleistung Null (= Motor anhalten) und welches PWM-Signal Motorleistung 100 % bedeutet.
- 2) Ihm muss mitgeteilt werden, um welche Akkuart es sich handelt.

Diese beiden Parameter stellt man bei dem hier verwendeten Regler Hobbyking SS 8-10 A wie folgt ein (die drei Phasen des Motors sind angeschlossen, wobei es erst einmal egal ist in welcher Reihenfolge):

- a) Den Regler von der Akkuspannung trennen.
- b) Den Regler mit dem PWM-Signal des Arduino verbinden und dieses Signal über die Arduinosoftware auf den maximalen Wert (muss kleiner als 180° sein, also z.B. 170°) einstellen.
- c) Jetzt erst den Regler mit der Akkuspannung verbinden.
- d) Der Regler befindet sich nun im Einstellmodus und gibt über den Motor folgende Piepsgeräusche von sich:

-- - - - - wobei „-“ für einen Pieps steht und dieses Muster immer wiederholt wird.

- e) Zwischen den beiden ersten Piepsen, also dort wo die Piepsfolge mit einem „x“ markiert ist, das PMW-Signal auf den minimalen Wert (z.B. 20°) ändern.

-x- - - - -

- f) Wenn alles geklappt hat, dann quittiert der Regler diese Parametrierung mit zwei langen Piep-

sern.

— —

Für die o.g. Parametrierung kann man das Arduino-Programm `ArduSteuerServo` verwenden (siehe Anleitung Arduino-Programmierung).

Von nun an muss für den Betrieb des Reglers immer zuerst die Akkuspannung angeschlossen werden und danach erst das PWM-Signal mit dem kleinsten Wert (hier als Beispiel 20°) eingeschaltet werden<sup>1</sup>. Dies quittiert der Motor dann mit einem einzelnen langen Pieps<sup>2</sup>.

Bei der Arduino-Software des ArduSmartPilot ist dies dadurch gewährleistet, dass der µC nach dem Einschalten einige Zeit wartet bevor die PWM-Ausgänge eingeschaltet werden.

Dieser Motorregler funktioniert zuverlässig nur mit LiPo-Akkus, welche einen sehr geringen Innenwiderstand besitzen. Mit normalen Batterien, NiMH-Akkus oder einem Steckernetzteil als Spannungsversorgung führt der Regler bei kurzen Spannungseinbrüchen einen Reset aus.

## Schlussbemerkung

Bitte beachten Sie, dass diese Anleitung nur eine von vielen Möglichkeiten beschreibt, wie man aus dem Wurfgleiter einen ArduSmartPilot baut.

Alternativ kann man auch den Akku und die gesamte Elektronik vorne im Rumpf unter der Kanzel unterbringen. Dazu muss die Kanzel an ihrer Klebestelle mit dem Rumpf erst abgetrennt werden. Dann werden Kanzel und der Rumpf darunter ausgehöhlt. Dabei aber unbedingt darauf achten, dass der Rumpf nicht zu sehr geschwächt wird und bei einem Absturz später dort bricht.

## Prof. Dr. rer. nat. Stefan Mack

Hochschule Reutlingen, Fakultät Technik  
Studiengang Mechatronik

Alteburgstr. 150  
72762 Reutlingen

**Kontakt:** stefan.mack@hochschule-reutlingen.de

- 
- 1 Dass beim Einschalten des ArduSmartPilot das Motorsteuersignal auf den minimalen Wert (gleich Motor aus) steht, ist auch aus anderen Gründen sehr nützlich ;-)
  - 2 In Internet gibt es viele verschiedene Anleitungen zu diesem Regler. Vermutlich ist dieser Regler mit unterschiedlichen Firmwareversionen auf dem Markt. Falls die o.g. Prozedur für das Parametrieren nicht funktioniert, dann hilft vielleicht folgende Vorgehensweise:
    - a) Regler mit Spannung versorgen.
    - b) 180° PWM-Signal einschalten (ermöglicht Programmiermodus).
    - c) Auf 170° PWM-Signal wechseln (gibt maximales Motorsignal vor): Der Regler gerät dadurch in den Programmiermodus.
    - d) Zum richtigen Zeitpunkt auf 20° PWM-Signal wechseln (gibt minimales Motorsignal vor) wie oben im Text beschrieben.