

INHALTSVERZEICHNIS

1 Vorwort.....	1
2 Vorbereitungen	
2.1 Auslegung.....	2
2.2 RC Komponenten.....	3
2.3 Werkzeuge.....	5
2.4 Materialien	6
3 Bau der Einzelteile	
3.1 Tragfläche	6
3.2 Leitwerke	9
3.3 Rumpf	12
4 Zusammenbau	
4.1 Zusammenbau der Zelle	14
4.2 RC-Einbau	15
4.3 Sender Programmierung	17
5 Einfliegen	18
6 Drehwurfstart	22
7 Bungeestart	24
10 Wettbewerbe	26

1 Vorwort

Die Fa. (Jochen) Causemann in Deutschland hat sich dankenswerterweise zum Ziel gesetzt, den Markt der immer teurer werdenden DLG Modelle mit dem SLINGSHOT Version 5 „aufzumischen“, womit der Einstieg in diese faszinierende Sparte des RC-Modellfluges wesentlich erleichtert wird.

Um den geplanten Verkaufspreis eines Bausatzes unter 100 Euro zu erreichen, hat Jochen Causemann einige Ideen meiner KIS (Keep It Simple) Modelle berücksichtigt.

Den Bausatz bekommt man unter:

<http://shop-rc.causemann.de/Slingshot-V5-KIS-HLG-DLG-SAL-F3K-Handlaunchglider->

Eine Diskussion zum SLINGSHOT V5 findet man auf RC-Line unter:

<http://www.rclineforum.de/forum/board19-fl-chenflugmodelle/board27-segelflug/hlg-sal/307582-slingshot-nach-kis-wer-m-chte/>

Es war/ist mir eine Ehre, einen der ersten Prototypen des Slingshot Version 5 (in der Bauanleitung kurz SLS5 genannt) gebaut zu haben um diese Bauanleitung zu erstellen.

Für Inhalte die durch Links ins Internet zitiert werden, kann ich keine Verantwortung übernehmen...

Werner Stark, Linz, Juni 2011

2 Vorbereitungen

2.1 Auslegung

Vor dem Bau der Einzelteile des SLS5 sollte man die grundlegende Auslegung des Modells festlegen:

Spannweite:

Die Tragfläche wird in 2 Hälften (jeweils 750 mm lang) aus balsabeplankte Styropor und AG-47 Profil fertig gefräst ausgeliefert.



Wer den SLS5 nur zum „Spass“ fliegen will, sollte die volle Länge, also Spannweite je nach V-Form ca.1600 mm, verwenden.

Wer ihn (auch) auf Wettbewerben einsetzen möchte, wofür er durchaus geeignet ist, muss nach den F3K Regeln die Spannweite (projiziert auf die Horizontale) mit 1500 mm begrenzen.

Seitenleitwerk starr („rudderles“) oder angelenkt:

Die „rudderless“ Auslegung, also starres Leitwerk ohne Ruderblatt, wird vor allem bei den Schweden (Modell SIRIUS) mit Erfolg eingesetzt.

Vorteile: 1 Servo weniger, keine Anlenkung die „nachgeben“ kann, grössere Wurfhöhen (?)
Nachteil: Flaches Kreisen (bei ruhigen Flugbedingungen) NUR mit SLW nicht möglich
Eindeutige Vor- und Nachteile sind auch in zahlreichen Internet Foren (z.B RC-Groups) nicht erkennbar und enden meist mit der Empfehlung:

Jeder sollte so fliegen, wie er es gewohnt ist.....

Servos für die Querruder (Flaperons) im Rumpf oder in der Tragfläche:

Für den Einbau in den Rumpf(Kopf) spricht:

grössere Wahrscheinlichkeit, den empfohlenen Schwerpunkt OHNE Trimmgewicht zu erreichen
Weniger „Gefummle“ beim Verlöten der Servokabel und Montieren/Demontieren der Tragfläche
Mehr Gewicht in Schwerpunktnähe,geringeres Trägheitsmoment („wendiger“)

Für den Einbau in die Tragfläche spricht:

Kürzere,exaktere Anlenkungsmöglichkeit
Möglichkeit einer RDS (Rotary Drive System) Anlenkung

2.2 RC Komponenten

Da der SLS5 ferngesteuert wird, ist neben der aerodynamischen Auslegung, auch die Wahl der verbauten RC-Komponenten von Bedeutung:

Sie sollten leicht, von der Technik „ausfallsicher“ und kostengünstig sein und bezüglich ihrer Grösse auch einbaubar/austauschbar sein.

Servos

Die Wahl der „richtigen“ Servos ist ein Dauerthema in der DLG Szene.

Das „ideale“ Servo sollte:

Rückstellgenau,spielfrei sein

Eine hohe Stellkraft haben

Klein, billig,schnell und robust sein

(Leider) ist bei den meisten Servos der Hersteller (Fernost) nicht bekannt, sodass oft baugleiche Servos unter verschiedenen Markennamen (Brands), zu verschiedenen Preisen, in unterschiedlicher Qualität, angeboten werden.

Eine gute Servo Übersicht mit Herstellerangaben findet man auf:

http://wiki.rc-network.de/Servos_%C3%9Cbersicht

Französische Kollegen habe die gängigsten Servos getestet und hier veröffentlicht:

http://osegouin.free.fr/servo/servormances_v22_mai_2007.zip

Ernüchternd, dass bei vielen Servos die Herstellerangabe der Stellkraft, bei den Tests deutlich unterschritten wurde.

moderne Digitalservos haben gegenüber analogen Servos einen merkbar höheren Stromverbrauch, sind dafür (meist) programmierbar

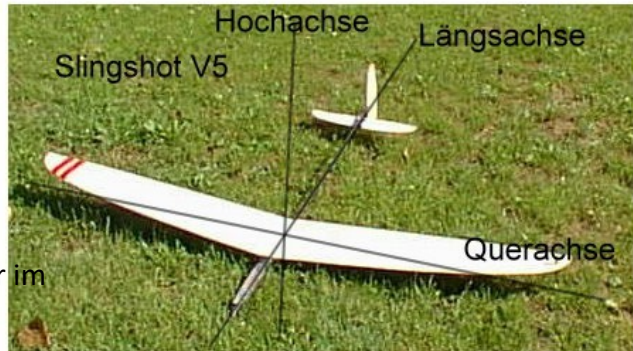
Die Stellkraft sollte für Seite/Höhe mindestens 1 Kg (10 N) pro Zentimeter, für Flaperons Mindestens 1,5 Kg sein.

Achtung: Bei den Abmessungen wird von den Herstellern meist die Höhe OHNE Servohebel angegeben.

Bei Einbau in die Tragflächen des SLS5 sollte die Dicke (Breite) maximal 11 mm sein.

Da der SLS5 3-Achs gesteuert ist sind 4 Servos üblich:

- 1x Höhe
- 1x Seite (entfällt bei „rudderless“)
- 2x Flaperons
(kombinierte Querruder und Wölbklappen)



Die Hoch-/Quer- und Längsachse treffen einander im Schwerpunkt

Die Bewegung (Drehung) um die Querachse wird Rollen (Roll) genannt und mit den Querrudern gesteuert.

Die Bewegung um die Hochachse wird Gieren (Yaw) genannt und mit dem Seitenleitwerk gesteuert

Die Bewegung (Drehung) um die Längsachse wird Nicken (Pitch) genannt und mit dem Höhenleitwerk und/oder mit den Wölbklappen gesteuert

Akkus

So manches DLG Modell hat wegen schlechter, leerer Akkus das „Zeitliche“ gesegnet.

Besonders das Fliegen bei niedrigen Temperaturen, unter 0 Grad Celsius ist gefährlich.

Die modernen LIPO (Lithium Polymer) Zellen (3,7 Volt/Zelle) haben sich bei DLG's (noch) nicht durchgesetzt.

Die für Servos und Empfänger üblichen 4,8 Volt müssen für LIPOs mit einem Booster/ Regulator angepasst werden.

Bei Verwendung mehrerer Zellen in Serie müssen diese mit einem Balancer geladen werden. Erst die Verbreitung der 2,4 GHz Technologie und HV (High Voltage) Servos wird den Einsatz von LIPO Zellen vereinfachen.

Im Moment sind NimH (Nickel Metall Hybrid) Zellen der 2/3 AAA Größe mit 1,2 Volt und einer Kapazität von 350/400 mAh je Zelle üblich.

NC (Nickel Cadmium) Zellen werden wegen ihres schlechten Kapazitäts/Gewichts Verhältnisses kaum mehr angeboten/verwendet.

Eine Vervielfachung der Spannung eines Akkupacks erreicht man durch „serielles“ Verlöten (Plus auf Minus und umgekehrt), eine Vervielfachung der Kapazität durch „paralleles“ Verlöten (Plus auf Plus, Minus auf Minus) der Einzelzellen

Ein erforderliches Trimmgewicht in der Rumpfspitze sinnvollerweise durch einen größeren/schwereren Akkupack zu ersetzen, ist (meist) nicht möglich, da kein Platz dafür da ist, obwohl nach den F3K Regeln die Rumpfspitze mindestens 5 mm Radius haben muss.

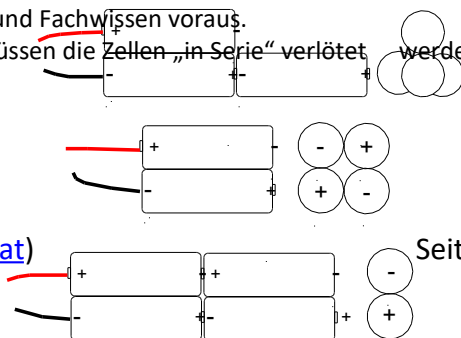
Als schwerstes Teil (ca. 30 Gramm) der RC-Komponenten, wird das Akkupack durch entsprechendes Verlöten möglichst weit vorne platziert.

Eine sogenannte „Inline“ Verlöten setzt entsprechendes Werkzeug und Fachwissen voraus.

Um die erforderliche Gesamtspannung von 4,8 Volt zu erreichen, müssen die Zellen „in Serie“ verlötet werden, d.h. jeweils Plus (rot) auf Minus (schwarz)

Je nach Platzverhältnis im Rumpfkopf muss das Akkupack

bei sehr schlanken Rumpfköpfen als „Pyramide“



oder

als „Würfel“

oder

als „Stange“

verlötet und „eingeschrumpft“ werden

Für den „geräumigen“ Rumpfkopf des SLS5 empfiehlt sich die „Würfelform“.

Als 2-polige Buchse eignet sich ein Stück eine Steckerleiste aus dem Elektronik Zubehör

Aus Platz- und Gewichtsgründen werden Ein-Ausschalter in der Regel nicht verwendet und durch eine trennbare Kabelverbindung zum Empfänger ersetzt.

Komfortabel (klein, leicht) sind sogenannte „Switch Jacks“ die „eingesteckt“ ausschalten aber „abgezogen“ das Laden ermöglichen und die Stromversorgung einschalten.

Sender

Obwohl auch sogenannte „Bauch“/Pult Sender für DLG in Verwendung sind, bieten Handsender besonders beim Drehwurfstart vom „Handling“ her Vorteile. Ideal sind Sender mit einem Maximalgewicht (inkl. Akku) von 1 Kg, einer Kurzantenne und mindestens einem 3 Stufenschalter.

Diese Anforderungen erfüllen (fast) alle 2,4 GHz Sender.

Die Programmierbarkeit sollte Flugphasen oder genügend freiprogrammierbare Mixer dafür, und die „Flaperon“ Funktion vorsehen.

Eine Diskussion (in Englisch) für DLG geeigneter RC-Anlagen findet man auf:

<http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=612427>

Empfänger

Alle Empfänger der "MIKRO;NANO,PICO" Klasse mit Front Stecker sollten eigentlich in den SLS5 passen. Eventuell kann man das Gehäuse entfernen und den Empfänger einschrumpfen.

Bei Empfängern mit Steckquartz sollte dieser gegen Herausfallen beim Drehwurfstart gesichert sein. Die Anzahl der erforderlichen Kanäle hängt davon ab, welche Steckplätze für „Flaperons“ der Sender „vorgibt“, bzw. ob man die Kanäle frei zuordnen kann.

Höhenmesser

Mit dem Schätzen der Wurfhöhe ist dem „Jägerlatein“ Tür und Tor geöffnet....

Schon besser ist der Vergleich mit Objekten bekannter Höhe.

Am objektivsten sind Messungen mit einem elektronischen Höhenmesser (Altimeter).

Aufwendige „Telemetrie“ Systeme scheiden aus Gewichts-Kosten- und Grössengründen für das reine Höhenmessen aus.

Speziell für das Training des Drehwurfs sind kleine, leichte Höhenmesser für DLG's am Markt:

solche die die jeweilige Wurfhöhe direkt anzeigen
und
solche, bei denen die Auswertung der aufgezeichneten Höhen (Logger) mit spezieller Software am PC erfolgt.

Allgemein sind die gemessenen Höhen auf 1 Meter genau.

Eine gute Marktübersicht findet man auf:

<http://openaltimeter.org/comparison.html>

2.3 Werkzeuge

Obwohl sich der Bauaufwand für den SLS5 in Grenzen hält (ca.10-15 Stunden) kann das Zurechtlegen der erforderlichen Werkzeuge durchaus sinnvoll sein:

Das sind:

(gerades) Baubrett mindestens 1 m lang

dazupassende Abdeckfolie

Laubsäge

Winkel

Lineal (50 cm lang)

Cutter Messer

Handbohrmaschine mit 2,3,5 mm Bohrer

MINI Trennscheibe zum Bearbeiten von Kohleteilen

(Rund)feilen

Schleifpapier (mit Klotz) Körnung 50,100,150

elektr.Bügeleisen zum Folieren

Klebstoff: Sekundenkleber, 5 Min.Epoxi (oder Gleichwertiges)

2.4 Materialien

Da der Lieferumfang des Bausatzes bezüglich Kleinteile nicht immer gleich ist, sollten folgende Materialien (wie im üblichen Bastelkeller der Fall) vorrätig sein:

Balsa „Füll“-Stücke in verschiedenen Stärken

Sperrholzreste oder GFK/CFK Flachmaterial in den Stärken 1,2 mm

Kohle oder Kevlar Rovings

Glasgewebe

Stahldraht 1 mm

Klebebänder

3 Bau der Einzelteile

3.1 Tragfläche

Die V-Form hat Einfluss auf das Flugverhalten, kaum aber auf die erreichbaren Wurfhöhen:

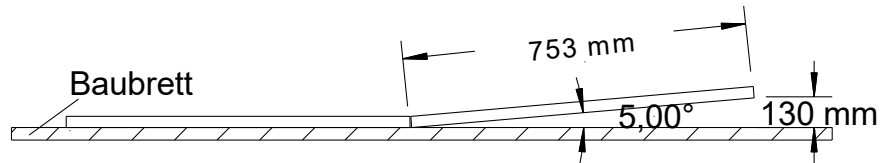
je mehr V-Form desto eigenstabiler der Kreisflug, je weniger V-Form, desto „wendiger“ wird das Modell (Hangflug)

Sinnvolle V-Formen liegen bei 3 bis 7 Grad je Seite.

Da das Messen eines Winkels in Grad umständlich ist, wird die V-Form meist als „Unterlage“ in Millimeter angegeben.

Ein guter Kompromiss für den SLINGSHOT sind 5 Grad je Seite.

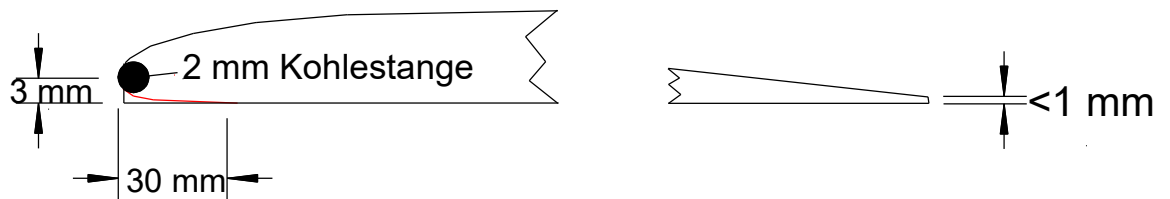
Bei einer Spannweite von 1500 mm müssen die Tragflächenhälften auf 753 mm „gestutzt“ und beim Zusammenleimen 130 mm (2 x 65 mm) „unterlegt“ werden.



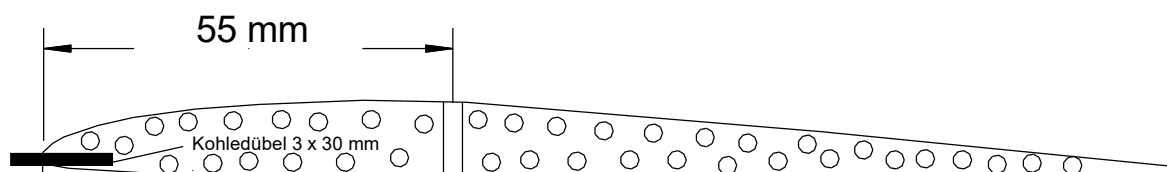
Zunächst sollte man die durch das Fräsen entstandenen Riefen, den Bereich der Nasenleiste (beginnend **30 mm** hinter der Nasenkante, verlaufend ca **3 mm** nach oben) und die Endleiste (möglichst unter 1 mm) mit einem Schleifklotz und Schleifpapier der Körnung ca. 180 in Spannweitenrichtung verschleifen.

Wenn das Holz im Nasenleistenbereich sehr weich ist und man auf Dauer eine „Sägezahn“ Nasenleiste aufgrund von „unsanften“ Landungen oder gar Zusammenstößen in der Luft (Midairs), vermeiden will, empfiehlt sich der Einsatz einer 2 mm Kohlestange in der Länge von zumindest 500 mm (je Seite): Eine 2x2 mm „Nut“ in den Nasenbereich schleifen/fräsen und die Kohlestangen mit Seku vor dem Verschleifen einkleben.

Ist das Holz im Endleistenbereich sehr weich, diese nach dem Verschleifen ca. 10 mm „tief“ mit dünnem SEKU „härten“.



Nun die Klebefläche der beiden Tragflächenhälften gemäss der gewählten V-Form in „Gehrung“, und „Platzhalter“ für die Tragflächenverschraubung (ca.5 mm) und den Nasendübel (3 mm) verschleifen. Anschliessend in beide Klebeflächen ca. 2 mm tiefe „Löcher“ stechen. Diese wirken nach dem Verkleben mit 5 Min.Epoxi wie „Knickverstärkungen“....



Tragflächenhälften zusammenkleben:

Baubrett im Klebepbereich mit Folie abdecken, beide Klebeflächen mit 5 Min.Epoxi (oder Harz) einstreichen, zusammenpressen und gesichert aushärten lassen.

Nach dem Trocknen den Kohle Nasendübel mit SEKU einleimen und einen Glasgewebestreifen (ca. 50 g /m², ca. 50 mm breit, ca. 380 mm lang) zuschneiden und im „Zentrum“ ein Loch für den Dübel vorsehen und den Streifen über den Dübel ziehen.

Zuerst den Streifen an der unteren Seite der Endleiste mit SEKU festheften, dann um die Fläche ziehen und vollflächig mit SEKU (oder Harz) festkleben.

Dann das Loch für die Schraubbefestigung 55 mm hinter der Nasenleiste für ein Alu-oder Kohlerohr mit Innendurchmesser für die verwendete Schraube aufbohren, das Rohr ablängen und einkleben.

Wurfstift einkleben:

Möglichst weit aussen (Wurfradius !) und knapp hinter dem Schwerpunkt.

Für Rechtshänder in die linke Tragflächenhälfte und umgekehrt.

Um die Finger zu schonen, sollte der Durchmesser des Wurfstiftes mindestens 4 mm betragen und ca. 50 mm lang sein.

Auch die Position sollte so gewählt werden, dass sich die Finger „wohl“ fühlen...

Da beim Abwurf eine Zentrifugalkraft von ca. 15 kg wirkt, muss die Stelle des Wurfstiftes verstärkt werden.

Ober- und unterhalb des Randbogens einen „Patch“ aus 0,8 mm Sperrholz (oder Kohle/Glasmatte) anleimen und senkrecht (zum Boden) durchbohren.

Den Wurfstift mit 5 Min. Epoxi oder UHU-Endfest einkleben.

Querruder abtrennen:

Eigentlich sind es „Flaperons“: gemischte Querruder und Wölbklappen

Ob die Scharnierlinie besser auf der Ober- oder Unterseite des Profils sein soll, ist aus aerodynamischer Sicht „umstritten“.

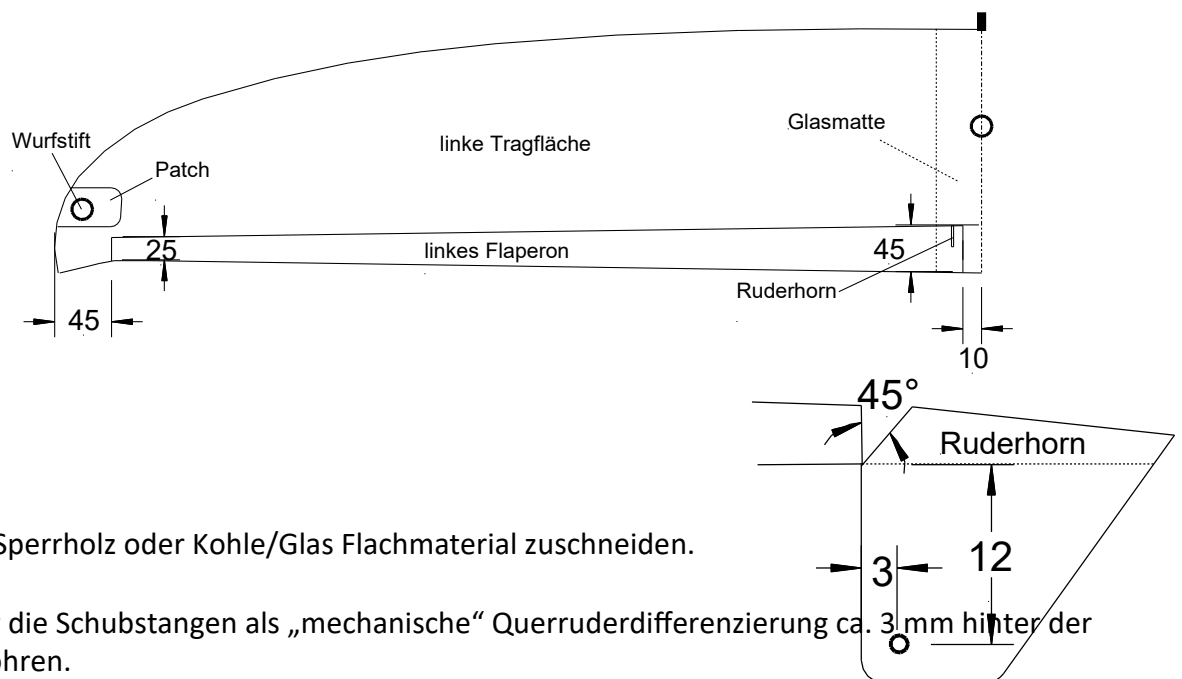
Wenn man die Querruder auch als Landeklappen verwenden will (Ausschlag ca. 45 Grad nach unten), empfiehlt sich die Anlenkung „unten“.

Wie auch immer:

Die Enden der Querruder mit der Laubsäge einschneiden und mit einem stabilen Lineal und einem festen Messer mit einem „schrägen“ Schnitt (ca. 45 Grad) heraustrennen.

Dann die Tragflächen mit einem „geraden“ Schnitt für das Anscharnieren vorbereiten.

Mann kann die Flaperons auch mit einem „geraden“ Schnitt abtrennen und anschließend anschleifen.



Ruderhörner:

2 Stück aus 2 mm Sperrholz oder Kohle/Glas Flachmaterial zuschneiden.

Das 1 mm Loch für die Schubstangen als „mechanische“ Querruderdifferenzierung ca. 3 mm hinter der Scharnierkante bohren.

„Hebelarm“ ca. 12 mm (siehe RC-Programmierung).

Schlitze 5 mm vor dem Ende der Flaperons in diese schneiden und Ruderhörner mit 5 Min. Epoxi „symmetrisch“ einkleben.

Flaperons anschnieren:

einfach:

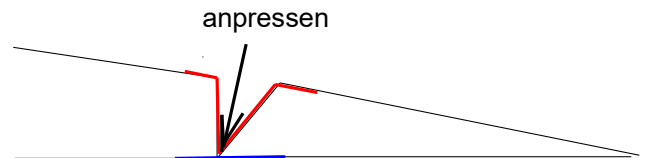
mit einem Klebestreifen ca. 15 mm breit

doppelt(dauerhafter aber schwergängiger):

1 Klebestreifen ca. 15 mm breit

1 Klebestreifen ca. 20 mm breit

mit spitzem Gegenstand (Bleistift) zusammenpressen



Oberflächenbehandlung

Vor der Oberflächenbehandlung kann man die Tragfläche farblich „aufmotzen“, wobei man sich aus Gewichtsgründen sparsam und auf die leichtere Tragflächenhälfte (meist die dem Wurfstift gegenüberliegende Hälfte) beschränken sollte.

Für eine bessere Sichtbarkeit (Lageerkennung in grösserer Höhe) empfehlen sich dunkle Streifen auf der Unterseite der Tragfläche.

Folieren mit der mitgelieferten Bügelfolie

Die Klebeschicht ist die mattere Seite der Folie.

Es gibt keine Schutzschicht zum Abziehen.

Auch die gegenüber anderen Folien geringere Temperatur sollte man durch Probieren herausfinden.

Die Tragflächen(hälften) zuerst unten, dann oben mit ca. 5 mm Überlappung an der Nasenleiste, bebügeln.

Die Endleiste nicht überlappen um die Verzugsgefahr zu vermindern.

Alternative Lackierung (ca. gleiche Gewichtszunahme wie Folieren):

1 mal Porenfüller/Schnellschliffgrund (z.B CLOU)

Überschleifen mit Körnung 200

1 mal Wassersiegel (z.B.TIGER)

Auswiegen:

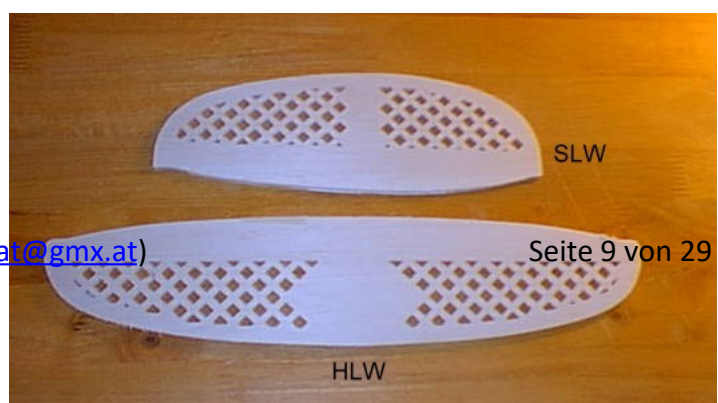
bis zu einem Gewichtsunterschied von 5 Gramm braucht nichts unternommen zu werden.

Man wird im Flug nichts merken.

Darüberhinaus entsprechendes Gewicht in den Randbogen der leichteren Tragflächenhälfte kleben.

3.2 Leitwerke

Sie werden aus 3 mm Balsa als „ebene“ Platten,



fertiggefräst, ausgeliefert.

Seitenleitwerk SLW

Höhenleitwerk HLW

Aufgrund des langen Hebelarmes des Leitwerksträgers muss jedes Gramm im Leitwerksbereich mit ca. 3 Gramm im Rumpfkopf ausgeglichen werden.

Absoluter Leichtbau und trotzdem Festigkeit sind gefragt.

Ist das gelieferte Balsaholz (zu) weich, sollte man im Scharnierbereich vor dem Verschleifen 3 mm breite Streifen aus Kohle Flachmaterial mit SEKU einleimen. Im Modellbaufachhandel als „Carbon Stribs“ erhältlich

Seitenleitwerk (SLW)

Der gefährdetste Teil bei JEDEM DLG Modell.

Um die Dreh- und Schiebemomente beim und nach dem Start möglichst zu dämpfen, sollte die Fläche ober- und unterhalb des Leitwerksträgers möglichst gleich gross sein.

Der unterliegende Teil des SLW ist bei Landungen daher sehr beansprucht.

Wenn möglich, das Modell fangen oder zumindest genau gegen den Wind landen.

Höhenleitwerk (HLW)

Ob das HLW besser ober- oder unterhalb des Leitwerksträgers montiert werden soll, ist bei Aerodynamik Experten umstritten: es geht um das Ausweichen (oder nicht) des Abwindwirbels der Tragfläche...

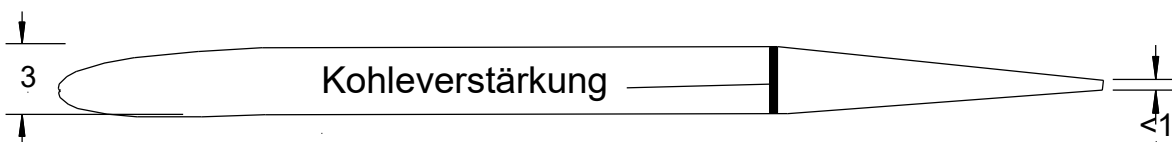
Bei der empfohlenen Anlenkung mit Faden und Gegenzugfeder ist die Anordnung auf einem Pylon unterhalb des Leitwerksträgers einfacher zu realisieren.

Verschleifen

nach dem (optionalen) Einleimen der Kohleverstärkung sollte ein annähernd symmetrisches Profil geschliffen werden.

Endleistenende möglichst unter 1 mm, eventuell mit dünnem SEKU „härten“.

Nasenleiste nicht einfach abrunden sondern elliptisch verschleifen.



Beim SLW kann es nicht schaden, nach dem Verschleifen, als „Landekurve“ Kohle oder Kevlafäden auf die Nasenleiste des unten liegenden Teils zu kleben.

Das HLW sollte aus Transportgründen und zum Einstellen des Einstellwinkels, und damit der EWD, abnehmbar ausgeführt werden:

Auf der Unterseite/mittig 2 ca. 5x5 mm Plättchen aus 1 mm Flugzeugsperrholz oder festem GFK/CFK Flachmaterial im Abstand von ca. 40 mm als Schraubverstärkung ankleben

Bespannen

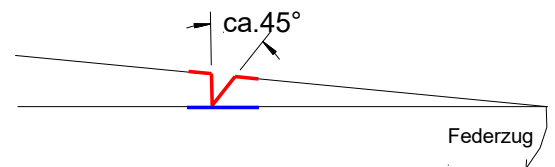
Nun die Leitwerke mit der mitgelieferten Bügelfolie getrennt „bespannen“:
Zuerst die Unterseite mit 5 mm Zugabe im Bereich der Nasenleiste, dann die Oberseite.
Um Verzüge zu verhindern die Endleiste nicht „umwickeln“...

Anscharnieren

Knapp hinter den Ausfräsungen (oder den eingeleimten Kohlestreifen) die Ruderblätter abtrennen:
Entweder mit einem geraden Schnitt und späterem ca. 45 Grad Anschleifen oder mit 2 Schnitten:
zuerst ca.45 Grad geneigt und dann dann die Dämpfungsfläche senkrecht zuschneiden.
Ob das Scharnier oben oder unten geschlossen sein soll, ist aerodynamisch wenig bedeutend,
vielmehr ist die spätere Zugrichtung der Rückstellfeder zu berücksichtigen, die das HLW Ruderblatt auf „Tief“ und das SLW Ruderblatt zum Kreisinneren (bei einem Rechtshänder nach „Links“) ziehen soll.

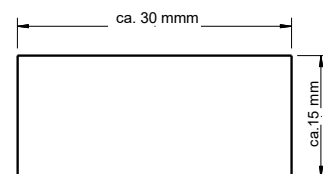
Für das Anscharnieren in 2 Varianten genügen Klebebänder (TESA, TIXO o.ä.):

die einfachste Form ist ein einfaches Klebeband (blau),
das sich aber durch Sonneneinstrahlung oder Feuchtigkeit lösen kann und deshalb öfter gewechselt werden muss.
Dauerhafter ist ein doppeltes Klebeband (rot+blau), wobei
nach der Montage der „Berührungspunkt“ mit einem spitzen Gegenstand (Bleistift) zusammengepresst werden sollte.



Rückstellfeder

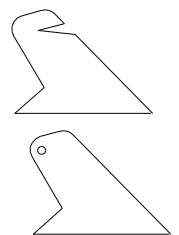
aus 0,3 bis 0,5 mm Stahldraht als eckiges „C“ gebogen
Die Dicke des Drahtes und die Länge des Mittelteils
bestimmt die Rückstellkraft(Je länger desto „weicher“) und
und sollte die Haltekraft des Servos nicht übersteigen
Das Servo ist überlastet und braucht viel Strom wenn es „brummt“...



Ruderblatt komplett (180 Grad) aufklappen, einen Schenkel der Feder in das Ruderblatt, den anderen in die Dämpfungsfläche stecken

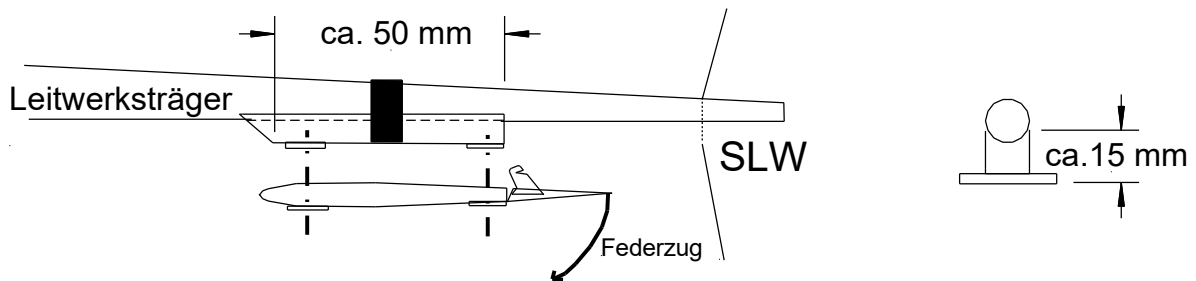
Ruderhorn

aus 1 mm Sperrholz oder GFK/CFK Flachmaterial herstellen:
Der Abstand des Schlitzes (zum Einhängen der Fadenschlaufe) zum
Drehpunkt ist vom gewählten Hebelverhältnis zum Servohebel abhängig.
Verzichtet man auf das Aushängen des Fadens genügt ein Loch im Ruderhorn
und ein Knoten im Faden zur Sicherung
Das Ruderhorn muss immer entgegengesetzt der Feder Zugrichtung in das Ruderblatt
so eingeklebt werden, dass der Faden frei gängig ist



HLW Pylon

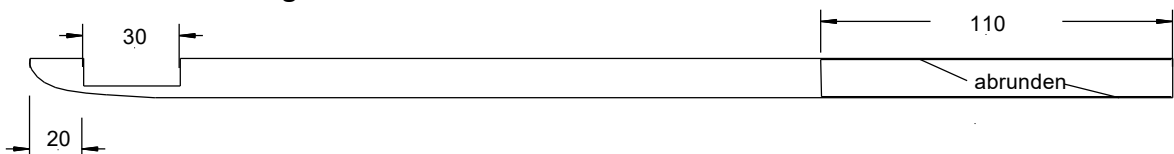
Den Pylon aus quergefasertem 8-10 mm Balsa zuschneiden und den Nasenbereich rund schleifen.
 2 Auflagen (ca. 10x20 mm) aus 1 mm Sperrholz oder GFK/CFK Flachmaterial zuschneiden und auf den Pylon kleben
 2 Schraubverstärkungen (ca. . 5x5 mm) auf das HLW kleben und mit dem Pylon mit 2 Holzschrauben (aus dem Servozubehör) festschrauben.
 Den Pylon mit, um den Leitwerksträger gewickeltem Schleifpapier anschleifen und winkelig zum SLW auf den Leitwerksträger leimen und mit einem Kohleroving oder Glasgewebe sichern.
 In diesem Bereich ein 2 mm Loch bohren und ein ca. 10 mm langes Röhrchen (Bowdenzug Innenrohr) als Fadenführung einkleben.



3.3 Rumpf

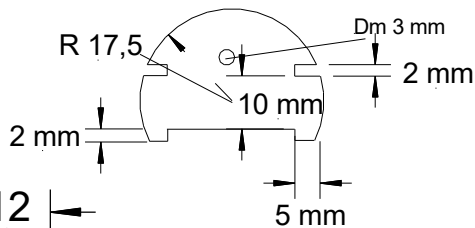
Ist eigentlich nur ein notwendiges „Übel“ um die erforderlichen RC-Komponenten unterzubringen bzw. die wesentlichen Bauteile (Tragfläche, Leitwerke) „zusammenzuhalten“.
 Leider haben sich bis heute DLG-Nurflügelmodelle mangels erreichbarer Wurfhöhen (noch) nicht durchgesetzt.

Die Kanten der gelieferte 3x10 mm Kieferleiste (Kiel) auf einer Länge von 110 mm abrunden, am vorderen Ende für den verwendeten Akku ausschneiden und mit 5 Min.Epoxi 110 mm tief in das „dickere“ Ende des gelieferten Kohle Leitwerksträgers einleimen.

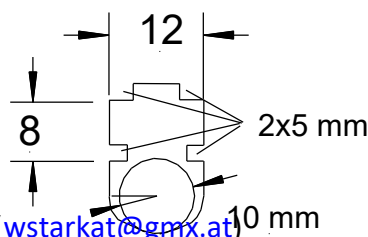


Die Teile des Rumpfkopfgerüsts jeweils aus 2 mm Sperrholz zuschneiden:

Hauptspant , 3 mm Loch für Nasendübel

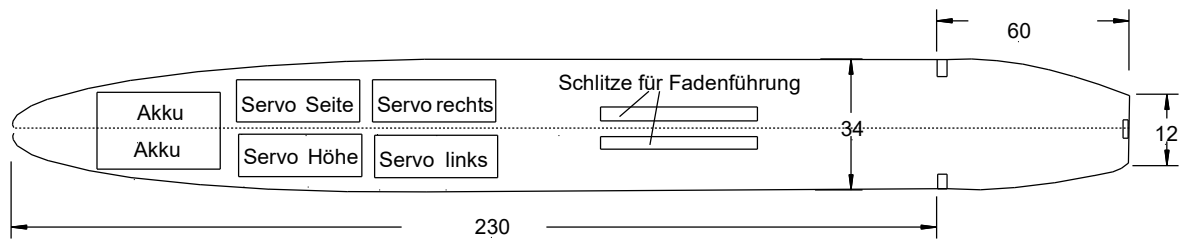


Hilfsspant

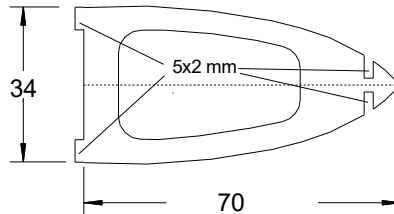


Bauanleitung Slingshot Version 5

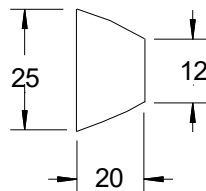
Servobrett



Flächenauflage



Schraubverstärkung



Rumpfkopfgerüst jeweils mit 5 Min.Epoxi in der folgenden Reihenfolge zusammenleimen:

Servobrett mit einer Länge von 60 mm auf den Leitwerksträger

Hauptspant auf das Servobrett

Hilfsspannt (vom Ende des Leitwerksträgers auffädeln) auf den Leitwerksträger und in das Servobrett

Flächenauflage in Haupt- und Hilfsspannt (ergibt +2 Grad Einstellwinkel)

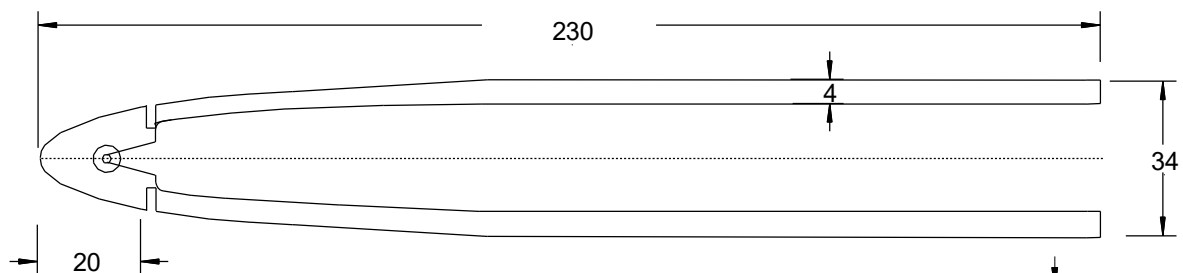
Schraubverstärkung unter die Flächenauflage

Dann das Rumpferüst mit 4 angepassten Teilen der mitgelieferten PET Nase „verkleiden“ und mit SEKU festleimen.

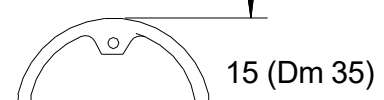
Kabinenhaube:

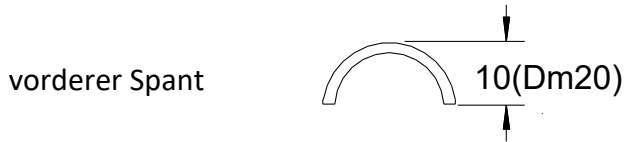
zuerst die Rahmenteile (Bodenplatte, hinterer Spant, vorderer Spant) aus 3 mm Pappelsper Holz zuschneiden und verleimen.

Bodenplatte, vorne einen keilförmigen Schlitz für die Klemmschraube einschneiden



hinterer Spant, 2 mm Koch für den Verriegelungsstift bohren





Dann die Kabinenhaube aus PET anpassen und mit SEKU auf den Rahmen leimen.

Verriegelungsstift (ca. 20 mm lang) aus 2 mm Rundmaterial (Zahnstocher ?) einleimen

Vorderes Ende der Bodenplatte bis zum vorderen Spant so mit Balsa auffüllen (F1), dass Platz für die Klemmschraube bleibt.

Kabinenhaube anpassen:

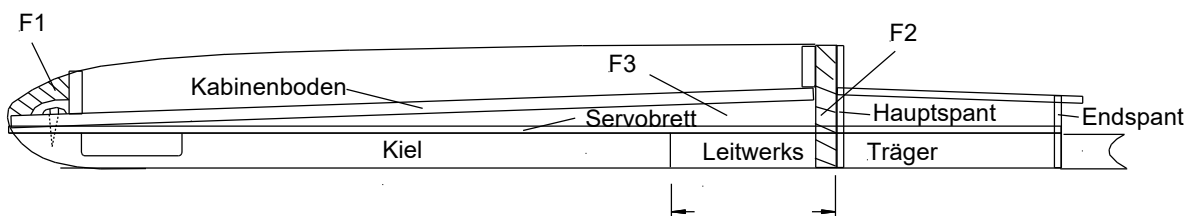
In der Höhe:

Konische Streifen aus 4 mm Balsa auf das Servobrett leimen (F3)

In der Länge:

Balsa Füllstücke (F2) an den Hauptspant und den Leitwerksträger leimen und so anpassen/verschleifen, dass die Kontur der Kabinenhaube mit dem Rest des Rumpfkopfes „harmonisiert“. Loch für den Verriegelungsstift bohren, Klemmschraube einschrauben und Kabinenhaube waagrecht aufschieben.

Fertig sollte das in etwa so aussehen:



4 Zusammenbau

4.1 Zusammenbau der Zelle

Nach montagefertigem Bau der Einzelteile (Tragfläche, SLW, HLW, Rumpf) die „Zelle“ vor dem Einbau der RC-Komponenten in der folgenden Reihenfolge zusammnbauen:

Tragfläche:

mit dem Nasendübel in das Loch im Hauptspant des Rumpfes stecken und ausrichten.

die Abstände der Flügelspitzen zum Rumpffende müssen gleich sein

Das Loch für die Befestigungsschraube auf der Flächenauflage anzeichnen und vorbohren.

Die Tragfläche mit einer Holz (SPAX) Schraube ca. 3,5 x 30 festschrauben.

Um das Wackeln durch die V-Form zu verhindern, entsprechendes Füllmaterial auf die Flächenauflage kleben.

HLW

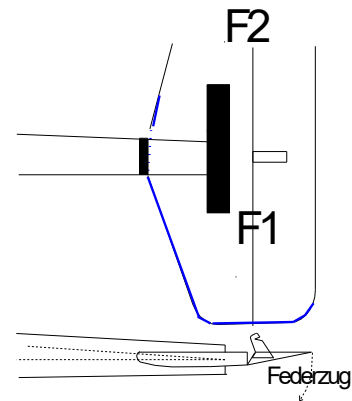
das HLW so auf den Pylon schrauben, dass es „parallel“ zur Tragfläche liegt.
Eventuell die Auflageplättchen abschleifen oder unterlegen.

SLW

Ob man das SLW besser in einen Schlitz des Leitwerksträgers oder seitlich
(mit Sekundenkleber) verkleben soll ist umstritten:

Besser das SLW wird beim Landen locker, als dass es (und der Leitwerksträger) bei einer „unglücklichen“
Landing komplett zerstört wird.

Bei einem geschlitzten Leitwerksträger, einen ca. 30 mm langen Schlitz
in das hintere Ende des Leitwerksträger schneiden/fräsen
und zur Vermeidung der Kerbwirkung das vordere Ende abrunden.
Das SLW mit SEKU so (senkrecht zum HLW) einleimen, , dass die Flächen
ober- und unterhalb (F1, F2) des Leitwerksträger in etwa gleich sind.
Damit werden die Drehmomente beim Drehwurfstart am besten
ausgeglichen und daher die Torsionsbelastung des Leitwerksträgers
minimiert.



Innen (links für Rechtshänder)

Dann den Leitwerksträger unmittelbar vor dem Schlitz mit Kohle-Kevlarfäden umwickeln und mit dünnem
Sekundenkleber „tränken“.

Auf jeden Fall das SLW mit Glas-oder Kohlegewebe mit dem Leitwerksträger
verbinden.

An geeigneter Stelle ein 2 mm Loch in den Leitwerksträger bohren und ein ca. 10 mm langes Röhrchen
(Bowdenzug Innenrohr) als Fadenführung einkleben

4.2 RC-Einbau

Hat man sich für die zu verbauenden Komponenten entschieden, sollte man deren Einbaupositionen gut
überlegen:

- alle Komponenten sollten leicht zugänglich und austauschbar sein. NICHT fix einkleben
- die Komponenten in der Reihenfolge ihres Gewichtes möglichst weit vorne platzieren

Für den SLS5 empfiehlt sich:

- ganz vorne der Akku
- dahinter Servos für Seite und Höhe
- dahinter Servos für Flaperons (kürzerer Anlenkungsweg)
- dahinter Empfänger

Anlenkungen

Sind die Verbindung vom Servohebel zum Ruderhorn der jeweiligen Steuerfläche.

Neben der Qualität der Servos sind die Anlenkungen wesentlich für das exakte Steuern eines DLG.

Sie sollten:

- spielfrei
- einstell- und austauschbar
- „starr“ und trotzdem leicht

sein

Die Drehbewegung des Servos (Ausnahme Linear Servo) ist meist +/- 60 Grad um die Neutralstellung und wird durch die Anlenkung (Ausnahme RDS) in gerade Bewegungen „Ziehen“ (Pull) und „Drücken“ (Push) umgesetzt wobei deren Längen und Kräfte vom Hebelverhältnis Servohebel zu Ruderhorn abhängig sind.

Eine gute Zusammenstellung dieser „Kinematik“ findet man unter:

<http://www.czepa.at/ruderhebel.html>

Die Drehrichtung, die Neutralstellung und der „Servoweg“ können (meist) senderseitig verändert werden sollte aber bereits durch die „mechanische“ Anlenkung vorgegeben sein.

Die früher oft verwendete Methode mit Bowdenzug Innenrohren und 0,8 mm Stahldraht scheidet aus Gewichtsründen aus und wurde (vor allem in den USA) durch Teflonröhrchen und 0,8 mm Kohlestangen ersetzt.

Für die Anlenkung von HLW und SLW hat sich die Verwendung von Fäden (im Anglerzubehör unter dem Begriff „Vorfach“ erhältlich) bewährt. Für die Reißfestigkeit ist meist ein Kevlarfaden eingewoben. Ideal ist eine „Pull-Pull“ Anlenkung mit Fäden, die durch Feuchtigkeit oder Temperaturänderungen nicht ihre Länge verändern und das Servo kaum belasten..

Da diese Anlenkung in der Praxis, bei den langen, engen Rumpfen, nicht einfach zu realisieren ist, wird einer der Fäden durch eine Rückstellfeder ersetzt (Push-Pull).

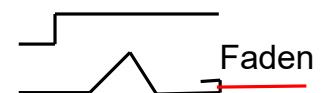
Alle Servos vor dem Anlenken in „neutral“ Stellung bringen:

Anlenkungsfäden (Seite/Höhe):

mit (ca. 10 cm Zugabe) ablängen, an einem Ende eine kleine Schlaufe binden, das andere Ende an einen (genügend langen) Stahldraht (0,5 mm) kleben und durch die Fadenführungen im Leitwerksträger in den Rumpf einfädeln und durchziehen.

Schlaufe in das Ruderhorn einhängen.

Zum Feineinstellen der Fadenlängen jeweils aus 1 mm Stahldraht folgende „Verlängerungen“ biegen:



Diese „Verlängerung“ in den Servohebel mit dem „Z“ Ende einhängen und den Faden um den Haken wickeln und mit Kleber sichern.

Durch Verbiegen des „V“ kann die Länge nachträglich angepasst werden.

Schubstangen (Flaperons)

Den Verlauf der Schubstangen vom Servohebel zu Ruderhorn grob abschätzen/zeichnen, Löcher in den Hauptspant bohren und Schlitz in die PET Teile schneiden/fräsen.

Die Schubstange aus 1 mm Stahldraht mit Zugabe ablängen und zurechtbiegen.

In den Rumpf einfädeln und mit dem „Z“ Ende in den Servohebel einhängen.

Das Ende (Loch im Ruderhorn) anzeichnen,

mit 5 mm Zugabe ablängen, rechtwinklig nach INNEN abbiegen und in das Ruderhorn einhängen.

Durch Verbiegen des „V“ kann die Länge der Schubstangen nachträglich angepasst werden.

Biegt sich die Schubstange bei Belastung durch, diese durch Kohlestangen ersetzen oder mit passenden Röhrcchen ca. in der Mitte „lagern“.



4.3 Sender Programmierung

Ein DLG Modell erlebt während eines Fluges (Ausnahme Thermikanschluss)

2 grundsätzlich widersprüchliche Flugzustände:

beim (Drehwurf) Start:

Abwurfgeschwindigkeit möglichst über 100 km/h.

Ziel: möglichst grosse Ausgangshöhe

Im Gleitflug:

Geschwindigkeit ca.15 km/h.

Ziel: möglichst lange oben bleiben.

Ausserdem versuchen Dreh- und Schiebemomente das Modell beim Abwurf (Rechtshänder) nach links und auf den Rücken zu drehen.

Diese grundverschiedenen Flugzustände und deren erforderlichen Ruderausschläge „manuell“ mit den Knüppeln sauber zu steuern ist fast unmöglich.

Grundsätzlich bewirkt auch jede Steuerbewegung eine „Störung“ und sollte auf das Notwendigste eingeschränkt werden.

Man legt daher spezielle Trimmungen als „Flugphasen“ auf einen Mehrstufenschalter des Senders der ohne die Knüppel loszulassen leicht erreichbar sein sollte.

Auch wenn die Senderprogrammierung keine ausdrücklichen „Flugphasen“ kennt, kann man sie meist durch „frei programmierbare Mixer“ abbilden.

Üblich sind:

Flugphase 1 Start/Speed:

für den Drehwurfstart oder zu „Heimkommen“ (gegen den Wind)

verhindert die Neigung zum „Aufbäumen“ bei höheren Geschwindigkeiten

Beide Wölbklappen leicht nach oben.

und/oder

HLW leicht auf „Tief“.

Flugphase 2 Normal/Neutral:

- zum Thermiksuchen bzw. "Strecke" machen
- Trimmung für bestes Gleiten
- Beide Wölbklappen und HLW auf neutral („im Strak“)

Flugphase 3 Thermikkreisen :

- Trimmung für geringstes Sinken
- Beide Wölbklappen merklich nach unten und HLW leicht auf „Hoch“ (SNAP FLAP)
- Vorsicht die Thermikstellung kann man leicht übertreiben: das Modell wirkt zwar optisch sehr langsam, mit Hilfe der Stoppuhr stellt man jedoch fest, dass es deswegen nicht länger oben bleibt ("durchsackt")

Verwendet man die Wölbklappen auch als Landehilfe („Flugphase“ 4) so wird der erforderliche (grosse) Ausschlag nach unten meist auf einen Schieberegler gelegt.

Um das Schieben beim Kreisen mit Querruder zu vermindern, wird meist eine Querruder Differenzierung (mehr Ausschlag nach „oben“, weniger nach „unten“) programmiert oder mechanisch eingestellt. Aber es gibt auch Berichte, wo bei starrem SLW („rudderless“), ohne bzw. mit „verkehrter“ (reverse) Differenzierung erfolgreich „flach“ gekreist wurde.

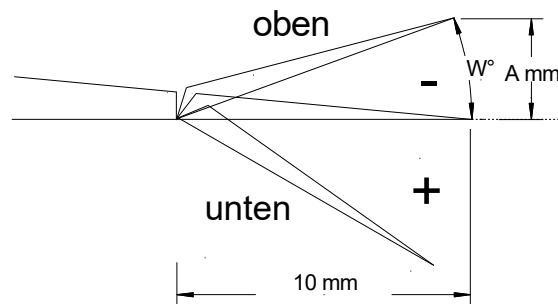
Die Verwendung eines „Kombi-Switch“ zur Kombination von SLW und Querruder wird zwar häufig verwendet, ist aber nicht optimal, da die Ausschläge der Querruder das Profil der Tragflächen „stören“.

Das Kreisen nur mit SLW bringt bei schwachen Windbedingungen sicher Vorteile, setzt aber voraus, dass man dies mit dem (falschen ?) Daumen beherrschen muss.

Die Angabe von absoluten Werten für die Grösse der Ruderausschläge macht wenig Sinn, da sie auf die persönlichen Gewohnheiten des Piloten abgestimmt sein müssen, bzw. von den Funktionen „Dual Rate“ und „Expo“ des Senders abhängen:

Der Zusammenhang Ausschlag in Millimeter versus Ausschlag in Grad für eine Ruderblatt/Klappentiefe von 10 mm:

Winkel W °	Ausschlag A mm
1 °	0,175
2 °	0,349
3 °	0,523
4 °	0,698
5 °	0,872
6 °	1,045
45 °	7,071



Damit kann leicht auf die tatsächlichen Ruderblatt/Klappentiefen umgerechnet werden

5 Einfliegen

Das Einfliegen und Trimmen eines DLG ist das „Um und Auf“, um das Potenzial des Modelles voll auszuschöpfen Man sollte mindestens den gleichen Zeitaufwand wie für den

Zusammenbau dafür aufwenden:

Das Flugverhalten (jedes Flugmodelles) wird im Wesentlichen durch 2 Faktoren bestimmt:

Der Schwerpunkt Lage und der Einstellwinkel Differenz (EWD)

Um auch theoretisch zu verstehen, was beim Trimmen/Einfliegen eigentlich aerodynamisch abläuft, empfehle ich den ausgezeichneten Artikel von Oskar Czepa (F1A Weltmeister 19551): <http://www.czepa.at/urknall.html>

Schwerpunkt

Wird in Zeichnungen meist mit dem Symbol  gekennzeichnet.

Den flugfertigen SLS5 unter den Tragflächen "lagern":

Da es beim Schwerpunkt um Millimeter geht, sind die Finger als Lager etwas ungenau.

Besser ist dafür eine kleine Vorrichtung mit oben abgerundeten Leisten geeignet.

Das Modell ist im Schwerpunkt, wenn der Rumpfkopf leicht nach unten pendelt.

Solange Ballast (hoffentlich nicht viel) in die Rumpfspitze oder das hintere Ende des

Leitwerksträgers geben bis der Schwerpunkt 65 mm (ca. 35 Prozent) hinter der Nasenleiste liegt.

35 % ist eine sogenannte „stabile“ Schwerpunkt Position..

Später kann man den Schwerpunkt an den persönlichen Flugstil anpassen.

EWD

ist die Differenz zwischen dem Winkel, den die Tragfläche zur Rumpflängsachse aufweist, und dem des Höhenleitwerkes (HLW) zur Rumpflängsachse, jeweils positiv nach oben gemessen.

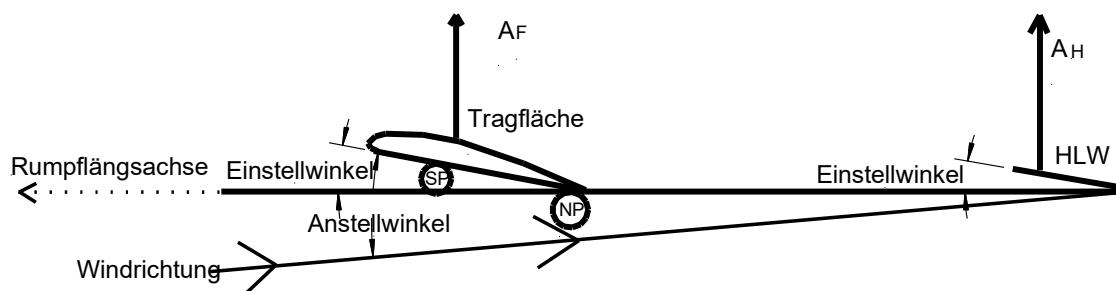
Beispiel:

Einstellwinkel Tragfläche +3 Grad

Einstellwinkel HLW +1 Grad

EWD 2 Grad

Der Anstellwinkel ist der Winkel zwischen Windrichtung (Anblasrichtung) und der Sehne des Profils



Das EWD Optimum für den DLG Einsatz liegt bei ca. 1-2 Grad

Die optimale EWD zu "vermessen" ist viel zu kompliziert und ungenau.

Man muss sie schon (mühsam) erfliegen.

Wurde der SLS5 korrekt gebaut, hat er eine „eingebaute“ EWD von 2 Grad:

Einstellwinkel Tragfläche +2 Grad

Einstellwinkel HLW 0 Grad

Trimmflüge

dienen zum Ermitteln der „statischen“ Stabilität

Für die ersten Trimmflüge ist ein Helfer als Starter durchaus sinnvoll. Man hat die Hände frei, um überraschende Ungezogenheiten des Modells sofort zu korrigieren.

Aber Vorsicht: Helfer meinen es gut und neigen dazu, das Modell nach oben zu werfen, damit es möglichst lange oben bleibt.

Eine ebene oder leicht abwärts geneigte Fläche (ca. 30 -50 Meter lang) ist für die ersten Trimmflüge geeignet. Ein (höherer) Grasbestand ist im Hinblick auf das untenliegende Seitenleitwerk kein Nachteil.

Immer genau gegen den Wind, mit leicht nach unten gerichteter Rumpfspitze starten.

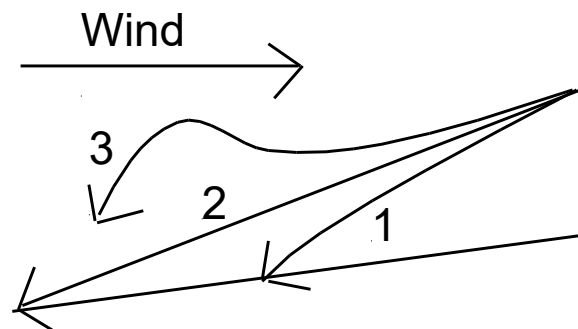
Da man bei einem neuen Flugmodell die Fluggeschwindigkeit nicht kennt, ist es besser, das Modell nach einigen Laufschritten selbst "abheben" zu lassen.

Das Trimmen besteht nun darin, dass man die Schwerpunktlage und die EWD, schrittweise so verändert, bis das Modell "optimal" fliegt, d.h. einen möglichst gestreckten, geraden Gleitflug ohne Steuerauslässe vollführt.

Ganz wichtig: Immer nur einen Faktor (Schwerpunkt oder EWD) ändern und durch mindestens 5 Testflüge "absichern".

Die statistische Streuung von Abwurfwinkel und Geschwindigkeit ist einfach zu groß, um aufgrund eines einzigen Testfluges zu erkennen, ob sich das "Setup" positiv oder negativ auswirkt.

Empirisch (in der Praxis) kann man die Trimmung folgendermassen beurteilen:



2 Normal: das Modell macht einen langgestreckten (15-30 Meter, je nach Gegenwind und Starthöhe) Gleitflug: Gratuliere (Glück gehabt), fürs erste ist das Modell richtig getrimmt.

3 Pumpen: das Modell steigt trotz nach unten gerichtetem Abwurf nach oben, wird langsamer und kippt nach unten. Es "pumpt".

Natürlich kann man das durch "Nachdrücken" (d.h. Höhenleitwerk leicht auf „Tief“) temporär ausgleichen aber wichtig ist eine permanente Korrektur:

Etweder durch Bleizugabe im Rumpfkopf den Schwerpunkt weiter nach vor legen

oder

die EWD verringern: Dünne (0,5 mm) Sperrholzplättchen

unter die Tragflächenendleiste - oder Höhenleiterksnasenleiste unterlegen bzw. bei einem Pendelhöhenleitwerk entsprechend „tiefer“ trimmen.

1 Unterschneiden: trotz Erhöhen der Abwurfgeschwindigkeit "sticht" das Modell nach 5 - 10 Metern in den Boden. Es "unterschneidet".

Natürlich kann man das durch "Ziehen" (d.h. Höhenleitwerk leicht nach oben) temporär ausgleichen aber wichtig ist eine permanente Korrektur:

Entweder durch Bleizugabe im Leitwerksbereich den Schwerpunkt nach hinten verlegen oder in kleinen Schritten die EWD vergrößern:

Dafür eignet sich meistens nur das Höhenleitwerk:

Dünne (0,5 mm) Sperrholzplättchen unter die Endleiste des Höhenleitwerkes legen

Eigentlich könnte man im Fall 2 bereits mit den ersten Drehwürfen beginnen, es ist aber besser, den Schwerpunkt und die EWD noch genauer einzustellen:

Dynamische Stabilität

Zur feineren Abstimmung der Trimmung sollte man vor den ersten „ernsthaften“

Drehwurfstarts den Abfangbogen (Dive) Test durchführen und damit die „dynamische“ Stabilität ermitteln:

Die Drehmomente um den Schwerpunkt (SP) der, nach oben gerichteten, Auftriebe, (AF für Tragfläche und AH für Höhenleitwerk) heben sich gegenseitig im sogenannten Neutralpunkt (NP) auf. Der Abstand Schwerpunkt zu Neutralpunkt wird in Prozent der Tragflächentiefe gemessen und wird Stabilitätsmass genannt.

„Fliegar“ ist nur ein positives Stabilitätsmass, d.h. Schwerpunkt VOR dem Neutralpunkt, da dabei Ablenkungen durch Böen oder Steuerfehler „automatisch“ ausgeglichen (stabilisiert) werden.

Liegen Schwerpunkt und Neutralpunkt übereinander (Stabilitätsmass = 0) liegt „indifferente“ Stabilität vor. Das Modell würde bei einer „Ablenkung“ unkontrollierbar werden

Nun zum Dive Test:

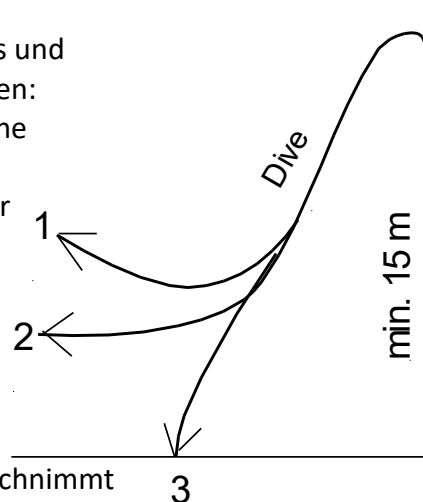
Vor dem Dive Test (nochmals) überprüfen ob das HLW nach einem Ausschlag wieder in die Ausgangslage zurückkehrt.

Den SLS5 „irgendwie“ (am besten mit einem Bungee/Katapult) mindestens 15 Meter auf Höhe bringen, dann in den normalen Gleitflug bringen und dann kurz Tiefenruder geben und die Flugbahn genau beobachten.

1 Das Modell beschreibt einen sehr engen Abfangradius und würde ohne Steuerkorrektur in das „Pumpen“ übergehen:
zuviel EWD und /oder Schwerpunkt zu weit vorne

3 Das Modell würde ohne Steuerkorrektur immer steiler werden und in den Boden stürzen, das Modell "unterschneidet":
zuwenig EWD und/oder Schwerpunkt zu weit hinten.

2 ist OK, wenn das Modell nach dem „Anstechen“(Dive) in einem grossen Radius die Nase von selbst wieder hochnimmt d.h gerade NICHT unterschneidet.



Grundsätzlich gilt: Schwerpunkt weiter vorne: das Modell fliegt eigenstabil (fast von alleine)
Schwerpunkt weiter hinten. Das Modell fliegt "nervös", es muss ständig korrigiert werden es ist aber sehr „thermikgeil“.

Der Bereich "fliegarer" Schwerpunktlagen liegt bei ca. +- 10 Prozent der Tragflächentiefe

Der EWD-Bereich von 0,5 bis 1,5 Grad

Im späteren Verlauf des Einfliegens/Trainings wird man merken, dass jedes Modell eine „bevorzugte“ Kreisrichtung hat.

Es ist aber (auf Wettbewerben) ein ungeschriebenes „Gesetz“, dass das Modell, das als erstes einkurvt, die Kurvenrichtung vorgibt.

Dass die Thermik aufgrund der Coriolis Kraft eine bevorzugte Kreisrichtung hat, ist aufgrund der geringen Masse der Luft ein „Märchen“.

6 Drehwurfstart

Der Drehwurf in der Leichtathletik

Einige Sparten der Leichtathletik verwenden die Drehwurftechnik, um Ihre Sportgeräte möglichst weit zu werfen:

Die Hammerwerfer beschleunigen ihr 7,25 kg schweres Gerät mit 3-4 vollen Drehungen.

Die Diskuswerfer den 2 kg schweren Diskus mit 1,5 Drehungen.

Den Speerwerfern wurde der Drehwurf des 800 g schweren Speeres verboten, da die Stadien dafür zu klein waren....

Leider ist die landläufige Meinung, dass (auch) zum Werfen eines ca. 300 Gramm schweren Schleuderseglers Kraft nötig ist, kaum auszurotten.

Dass dem nicht so ist, versuche ich an Hand folgender (vereinfacht dargestellten) physikalischen Gesetze zu beweisen

Kinetische Energie:

Egal welchen Gegenstand man versucht möglichst weit/hoch zu werfen, entscheidend ist, wieviel kinetische Energie (KE) man vor dem Abwurf in den Gegenstand "gepackt" hat

Die Formel dafür ist: $KE = \text{Masse (Gewicht)} \times \text{Geschwindigkeit zum Quadrat} / 2$

Auf den ersten Blick bietet sich die Masse (Gewicht) an, um die KE zu erhöhen.

Das stimmt auch, wenn man z.B. versucht, einen Tischtennisball und einen gleich grossen Stein gegen den Wind zu werfen.

Leider benötigen wir für einen Schleudersegler möglichst geringes Gewicht, um die Gleitleistung zu erhöhen.

Bleibt also die Geschwindigkeit, mit dem Vorteil, dass bei doppelter Geschwindigkeit die KE um das vierfache steigt.

Leider steigt auch der (Luft) Widerstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit

Beschleunigung

Um einen Gegenstand vom Stillstand (Geschwindigkeit = 0) auf die Abwurfgeschwindigkeit v_A zu beschleunigen muss Arbeit aufgewendet werden.

Die Formel für Arbeit ist Kraft mal Weg.

Also doch Kraft ? JEIN; entweder grosse Kraft und kurzer Weg, oder kleine Kraft und langer Weg.

Potentielle Energie

Nach Erreichen der „Gipfelhöhe“ wird die verbliebene Energie in „potentielle“ Energie (PE) umgewandelt und leitet das Abgleiten (gemessen in cm/Sekunde) ein.

(Lage) Energie $PE = \text{Gewicht} (= \text{Masse} \times \text{Erdbeschleunigung}) \times \text{Höhe}$

Der Drehwurfstart eines DLG ähnelt am ehesten dem Diskuswurf ,daher auch der Name „Discus Launch“ (DL), ist aber in Details doch sehr verschieden:

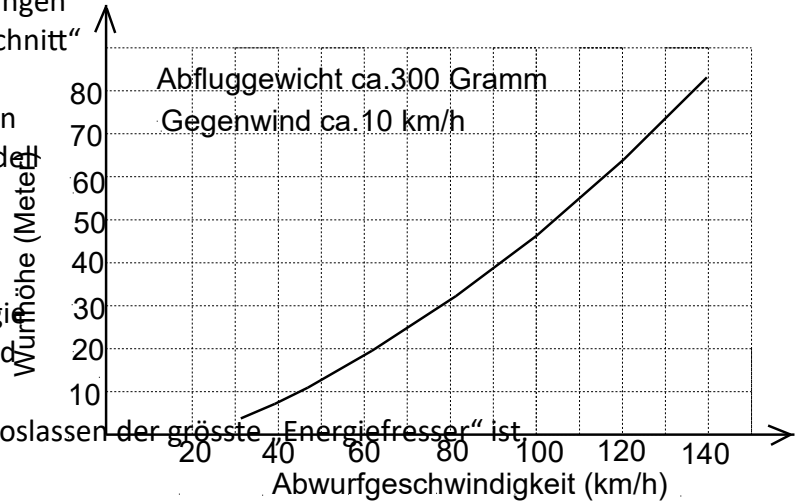
Ein Diskus muss beim Abwurf mit dem Handgelenk auf den optimalen Anstellwinkel „eingestellt“ werden und durch Abrollen über den Zeigefinger in stabilisierende Drehung versetzt werden.

Bei einem DLG führt das Erhöhen des Abfluggewichtes nur bedingt zu höheren Wurfhöhen.

Es wird durch die körperlichen Voraussetzungen des Werfers begrenzt und liegt im „Durchschnitt“ bei ca. 280 Gramm.

Das Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Abwurfgeschwindigkeit und Wurfhöhe für ein Modell mit ca. 300 Gramm Abfluggewicht und einem Gegenwind von ca. 10 km/h

Während des Steigfluges wird die Kinetische Energie durch die Erdanziehungskraft und dem Widerstand des Modells aufgezehrt, wobei der Widerstand beim „Nachschwingen“ der Leitwerke nach dem Loslassen der grösste „Energiefresser“ ist.
Nun zum Ablauf:



Üblich sind 450 Grad (1 ¼ Drehungen):

Ausgangsstellung (1) für Rechtshänder(für Linkshänder spiegelverkehrt) ist parallel zum Wind ,wobei die linke Schulter gegen den Wind gerichtet ist und das rechte Ohr des Modelles am Boden liegt Körpergewicht auf den rechten Bein (R)

.Dann leicht andrehen damit sich das Modell vom Boden abhebt. Grundsätzlich sollte die gestreckte Wurfhand mit dem Modell (passiv, ca. 90 Grad) hinter dem Körper zurückbleiben und ihn keinesfalls "überholen".

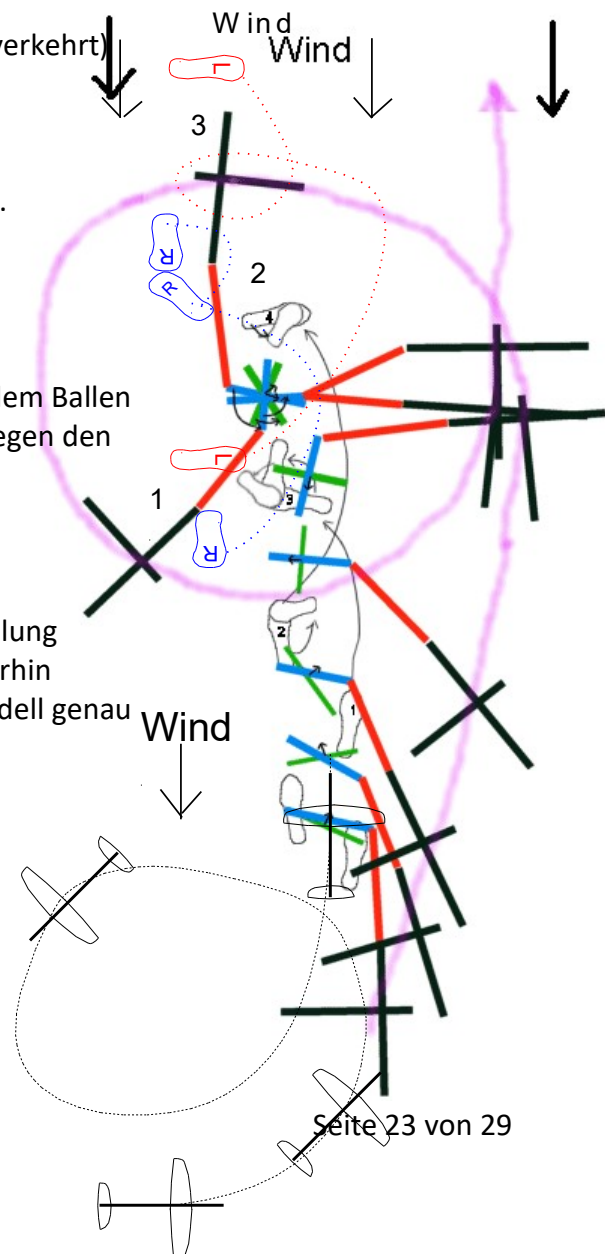
Dann (2) schnell mit dem rechten Bein „ Einspringen“ und auf dem Ballen ca. 180 Grad drehen und dabei Becken,Hüften und Schultern gegen den Uhrzeigersinn verdrehen,bzw. wie eine Feder „aufziehen“ Dies ist für die Beschleunigung (Abwurfgeschwindigkeit) die wichtigste Phase und muss systematisch trainiert werden

Die Endstellung (3) vor dem Abwurf ist ähnlich der Ausgangsstellung Beim Abwurf selbst in Wurfriechung blicken, den Wurfarm weiterhin gestreckt lassen, die Körperverdrehung entspannen und das Modell genau gegen den Wind einfach Loslassen

Den Schwung mit dem linken Bein (L) abfangen

Flugbahn des Modells:

ist spiralförmig mit einem Radius von ca. der Halbspannweite plus Armlänge



Natürlich wäre es vorteilhaft, die Drehbeschleunigung nicht bei Null, sondern nach einem Anlauf zu beginnen, da dessen Geschwindigkeit (ca. 15 kmh)+ eventueller Gegenwind die Abwurfgeschwindigkeit erhöht.. Es ist aber sehr schwierig, diese beiden Bewegungen harmonisch ablaufen zu lassen.

Nach dem Motto „auf dem kürzesten Weg zum Ziel (Höhe)“, wäre ein senkrechter Steigflug ideal.

Leider muss das Modell nach dem Steigflug durch entsprechendes „Nachdrücken“ d.h. Tiefenruder, in den Gleitwinkel gebracht werden.

Dies ist umso schwieriger (Zeitpunkt und Ausschlag), je steiler der Abwurf/Steigwinkel ist.

Prinzipiell: je stärker der Wind, desto flacher werfen. Bei Windstille ca. 60 Grad.

Da der gesamte Drehwurf sehr schnell abläuft und durch "Mitdenken" kaum kontrollierbar ist, sollte für das Training unbedingt ein "Beobachter" oder besser eine Videokamera (siehe Kapitel 5.6) eingesetzt werden.

Nach ca. 100 Trainingswürfen sollte der Abwurf soweit "automatisiert" sein, dass das Modell ohne Verreißen und ohne "Verwackler" mit maximaler Geschwindigkeit gerade gegen den Wind hochsteigt.

Immer locker bleiben und nie an den "Krafteinsatz" denken....

Die besten Wurfhöhen erreicht man, wenn man zwar „kraftvoll“ aber trotzdem locker wirft und keine Angst hat, das Modell zu zerstören.

Die reine Abgleitzeit (ohne Thermikeinfluss, "dead air time") kann man (fast) nur vor Sonnenaufgang ermitteln:

10 Flüge: die besten und schlechtesten 2 Flüge streichen, den Rest addieren und durch 6 teilen ergibt die Durchschnitts Abgleitzeit

Wenn man die Wurfhöhe kennt (siehe Höhenmesser Kapitel 5.5), kann man die Sinkgeschwindigkeit des Modells errechnen:

$$\text{Sinkgeschwindigkeit (cm/Sekunde)} = \frac{\text{Wurfhöhe (Meter)} \times 100}{\text{Abgleitzeit (Sekunden)}}$$

Gute Sinkgeschwindigkeiten liegen zwischen 30 bis 40 cm/Sekunde

Zeitlupenvideos von Drehwurstarts englischer Piloten:

<http://www.youtube.com/watch?v=q102cFi5H0k>

oder schwedischer Piloten

<http://www.youtube.com/watch?v=RtCwsGHK7jo>

7 Bungeestart

Wie das elektrifizieren eines DLG ist auch das „Hochstarten“ eigentlich ein „Sakrileg“ und wird von den Herstellern nicht vorgesehen.

Es gibt aber Situationen, für die ein „Flitschen“ (Bungee)-Start durchaus sinnvoll ist: bei Verletzungen, oder, wenn man zum Einfliegen (Dive-Test) eine grössere Ausgangshöhe braucht.

Den Rumpf im Bereich des Hochstarthakens (ca. 20 % der Tragflächentiefe) innen und/oder aussen mit Glas- oder Kohlegewebe bis zu einer Gesamtdicke von ca. 1,5 mm „aufdoppeln“
Dann ein 1 mm Loch „querdurch“ bohren, den Hochstarthaken aus 1 mm Stahldraht „einhängen“ und mit Klebeband vor dem Herausfallen sichern.

Bei Handstart wieder demontieren.

Auch die Hochstarteinrichtung (Bungee) kann man selbst bauen:

Im Baumarkt:

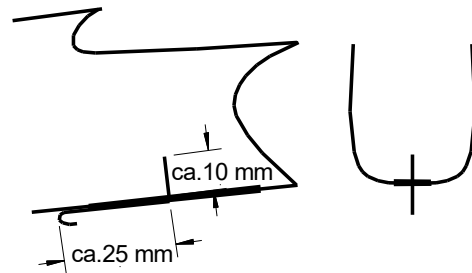
- einen 100-er Nagel
- einen drehbaren Karabinerhaken
- 5 Meter 5 mm Gummiseil
- 15 Meter „Maurerschnur“
- 2 „Gardinenringe“ 20 mm Durchmesser

einkaufen,

den Karabinerhaken an ein Gummiende, einen Ring an das andere Ende des Gummis knüpfen.

An ein Ende des Fadens einen Ring und eine Fahne (zum besseren Finden des Endes), am anderen Ende eine Schlaufe knüpfen und in den Ring des Gummiseils einhängen.

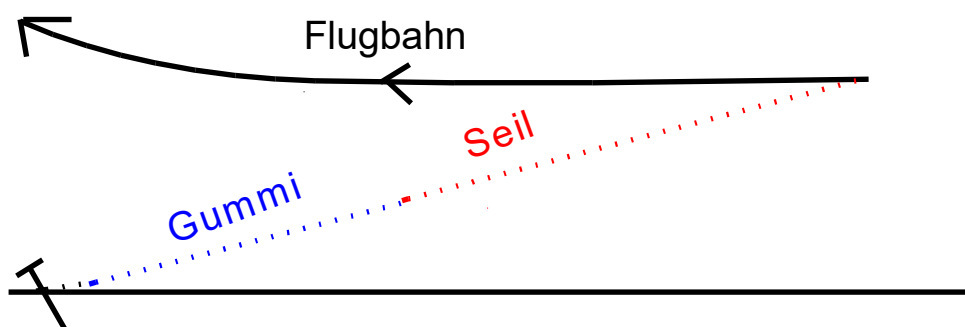
Eine Aufwickeleinrichtung aus Sperrholz kann nicht schaden



Für den Bungee-Start den Nagel schräg zur Zugrichtung (mit dem Wind) durch die Öse des Karabinerhakens in den Boden schlagen, das Seilende in den Hochstarthaken hängen und ausziehen. Ein gewebeummanteltes 5 mm Gummiseil „sperrt“ bei ca. 10 m Ausziehlänge und erreicht damit eine Zugkraft von ca. 7 kg.

Das Modell unbedingt soweit über dem Kopf halten, dass das Leitwerk beim waagrechten Loslassen, genau gegen den Wind, diesen nicht berühren kann.

Mit der Klappenstellung „neutral“ beschleunigt das Modell ca. 2 Sekunden lang und steigt dann auf ca. 35 Meter....



10 Wettbewerbe

Es gibt kaum eine andere Modellflugklasse, in der man mit geringerem Aufwand an Geld und Zeit auf Wettbewerben „mitmischen“ kann.

Die Erfolgsfaktoren sind:

Modell 40 Prozent
Pilot 50 Prozent
Glück 10 Prozent

Wettbewerbsregeln (FAI)

Für alle Modellflugklassen wird das Regelwerk von der „obersten Flugsportbehörde“, der FAI (Fédération Aéronautique Internationale) und der für Modellflug zuständigen „Unterabteilung“ CIAM (Commission Internationale d'Aeromodelisme), mit Sitz in Lausanne, koordiniert und veröffentlicht.

Anträge für Regeländerungen können von jedem nationalen Aeroclub (NAC) eingebracht werden.

Die für DLG (FAI Klasse F3K) gültigen Regeln findet man auf:

<http://www.fai.org/aeromodeling/documents/sc4>

Wettbewerbstaktik

Grundsätzlich sollte man sich vor dem Wettbewerb mit den örtlichen Gegebenheiten vertraut machen.

den Zustand der Modelle mit Testflügen überprüfen und sich je Wetterlage für ein „A“, „B“ usw. Modell entscheiden.

Taktik

Die folgenden Tipps basieren auf übersetzten Beiträgen auf RC-Groups:

<http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=1274623>

und den eigenen 10-jährigen Wettbewerbserfahrungen

- Alle Flugaufgaben betreffend
Konzentriere Dich auf die Anforderungen der Flugaufgabe.
Informiere Dich über den Zwischenstand des Wettbewerbes.
Versuche die Modelle und deren Piloten in Deiner Gruppe zu identifizieren
Ist ein Top Pilot in Deiner Gruppe, bleibe „cool“ und nütze ihn als (weitere)
Anzeigemöglichkeit von Aufwind.

Nütze die Vorbereitungszeit um die Trimmung, des aufgeladenen Modells mit lockeren Starts zu überprüfen.

Wenn Du Aufwind triffst merke Dir die Position inkl. Windversatz aber „verberge“ sie vor den Konkurrenz.
Bei einem Pulk von Modellen bleibe im freien Luftraum.

Es lohnt sich nicht, sein Modell oder das eines Mitbewerbers durch Midair zu verlieren

Meist sind die Aufwindfelder gross genug um ausserhalb des Pulks zu fliegen.

Halte die Fluggeschwindigkeit immer hoch.

Verschenke nie (Rahmen)Zeit. Wenn Dein Modell 10 Meter von Dir entfernt landen wird, gehe bereits dorthin solange Dein Modell noch in der Luft ist

- Flugaufgaben mit Restzeit für Taktik innerhalb der Rahmenzeit
Starte nicht sofort nach Beginn der Rahmenzeit, ausser Du hast in der Vorbereitungszeit gemerkt, ob un
Aufwind ist.
Nütze bereits fliegende Modelle zum Erkennen von Aufwind
Wenn Du die erforderliche Zeit bei weitem (mehr als 50 %) nicht erreichen kannst, breche den Flug
möglichst rasch ab.

Training

Dieses Kapitel wendet sich nicht an Piloten, die ihren SLS5 neben anderen Modellen nur zum
„Spass“ gelegentlich (am Hang) einsetzen, sondern an Piloten, die an Wettbewerben
teilnehmen, oder ihre Ergebnisse verbessern wollen.

Der Weg, um bei einem Wettbewerb erfolgreich zu sein, beginnt bereits Monate vor dem Tag des
Wettbewerbes

Man sollte möglichst oft, bei jedem Wetter, mit allen Modellen und in einer Gruppe mit anderen
DLG Piloten trainieren und auf Folgendes achten:

- Körperliche Fitness ist wichtig. Wöchentliche Übungen, vor allem in der Wettbewerbs „toten“
Zeit, (Aerobic, Stretching) helfen, auch einen 2 Tages Wettbewerb mit ca. 100 Starts zu
überstehen.
- Beginne das Training nach dem Aufwärmen (Hocksprünge, Rumpf-Armkreisen) mit einigen
Handstarts um die Trimmung zu überprüfen, dann ein paar lockere Drehwürfe
- Experimentiere mit der Trimmung (Schwerpunkt, EWD, Klappenstellung, Ballast) um das
Optimum
Für die jeweiligen Flugbedingungen zu finden.
Beobachte in welche Kreisrichtung das Modell „angenehmer“ zu fliegen ist.
Notiere diese Einstellungen und bestimme das bestgeeignete Modell, wenn Du mehrere zur
Verfügung hast.
- Starte immer gegen den Wind.
Vermutest Du Aufwind im Rückraum, steuere am Ende des Steifluges eine entsprechende
Kurve oder besser einen halben Looping und eine halbe Rolle.
- Versuche beim Landen das Modell (am Rumpfkopf) zu fangen.
Bei ruhigen Bedingungen versuche das Modell am Randbogen für einen raschen Re-Start zu
fangen. Gute Restartzeiten liegen bei 2 Sekunden
- Versuche vor JEDEM Flug Aufwind zu erkennen und starte/fliege direkt dorthin.
Wenn Du Aufwind hast, kreise nur ein paar mal, lande nach maximal 2 Minuten,
und starte wieder in den gleichen Aufwind solange, bis er zu weit entfernt ist. Beachte dabei,
dass der Aufwind mit dem Wind „mitwandert“.
- Versuche durch entsprechende Klappenstellung möglichst viel „Strecke“ zu machen und wähle
die Thermikstellung nur, wenn Du offensichtlich Aufwind hast.
- Trainiere das Zurückfliegen gegen den Wind mit entsprechenden Klappenstellungen/Ballast.
Zurückfliegen aus einem Aufwind in gerader Linie ist gefährlich, da der Aufwind „schlechte“
Luft nachzieht. Seitliches Ausweichen ist günstiger
Vermeide dabei „Ziehen“. Der Geschwindigkeitsverlust dabei führt meist zu einer
„Aussenlandung“. Versuche die Grenzen besser beim Training als auf einem
Wettbewerb auszuloten.
Eine ausführliche Diskussion (in Englisch) zu diesem Thema findet man auf:
<http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=1247670>

Bauanleitung Slingshot Version 5

- Trainiere „spontan“ innerhalb von 20 Sekunden (auch aus grosser Höhe) „am Punkt“ zu landen.
- Trainiere einzelne Flugaufgaben

Mit der folgenden Tabelle kann man seine Leistungen(Ausnahme Flugaufgabe Poker) besser einschätzen:

Leistung/Flugaufgabe	750 Punkte	800 Punkte	850 Punkte	900 Punkte	950 Punkte	1000 Punkte
Gleichzeitiger Start	3 x 2:15	3 x 2:24	3 x 2:33	3 x 2: 42	3 x 2:51	3 x 3:00
Steigerung	Bester Flug 105 Sekunden =771 Punkte	Bester Flug 120 Sekunden = 1000 Punkte	Bester Flug 120 Sekunden = 1000 Punkte	Bester Flug 120 Sekunden = 1000 Punkte	Bester Flug 120 Sekunden = 1000 Punkte	Bester Flug 120 Sekunden = 1000 Punkte
5x2 Minuten	5 x 1:30	5 x 1:36	5 x 1:42	5 x 1:48	5 x 1:54	5 x 2:00 Nicht möglich
3 aus 6 Max 180	3 x 2:15	3 x 2:24	3 x 2:33	3 x 2: 42	3 x 2:51	3 x 3:00
Letzter 1 x 5 min	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00
Letzter,vorletzter 2x4 min	3 x 3:00 oder 4:00 + 2:00	2 x 3:12 oder 4:00 + 2:24	2 x 3:24 oder 4:00 + 2:48	2 x 3:36 oder 4:00 + 3:12	2 x 3:48 oder 4:00 + 3:36	2 x 4:00
1-2-3-4 min	1+2+3 + 1:30 oder 1+2 + 1:45 + 2:45	1+2+3 + 2:00 oder 1+2 + 2:00 + 3:00	1+2+3 + 2:30 oder 1+2 + 2:15 + 3:15	1+2+3 + 3:00 oder 1+2 + 2:30 + 3:30	1+2+3 + 3:30 oder 1+2 + 2:30 + 3:30	1+2+3+4 Nicht möglich

Termine:

Aktuelle Wettbewerbstermine findet man für:

International (Euro CONTEST Tour) auf: <http://www.contest-modellsport.de/>

National (Österreich) auf: <http://www.f3k-austria.com/>

National (Deutschland) auf: [http://www.rc-network.de/forum/showthread.php/242429-](http://www.rc-network.de/forum/showthread.php/242429-2011-Deutschlandtour-TERMINE)

2011-Deutschlandtour-TERMINE

National (USA) auf: <http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=988356>

National (Europa) auf den jeweiligen F3K Homepages der Länder

Auswertung

Mit Ausnahme von kleinen (10 Teilnehmer, 2 Gruppen) Club Wettbewerben ist die manuelle Auswertung mit Taschenrechner kaum möglich.

Ich selbst habe eine PC Programm entwickelt, das zwar alle Belange eines HLG/F3K Wettbewerbes abdeckt, aber veraltet/überladen ist und nur unter DOS, bzw. Windows DOS Fenster läuft. Siehe

Ich empfehle daher das F3KSCORE Program, das von PeterJubel/Oleg Golovidow entwickelt wurde/wird und auf die gültigen F3K Regeln abgestimmt ist. Siehe <http://olgol.com/F3KScore/>