Nurflügel „Flying Object“

In Anlehnung an den Urzeitdrachen „Quetzalcoatlus“.

Quelle: deviantart.com

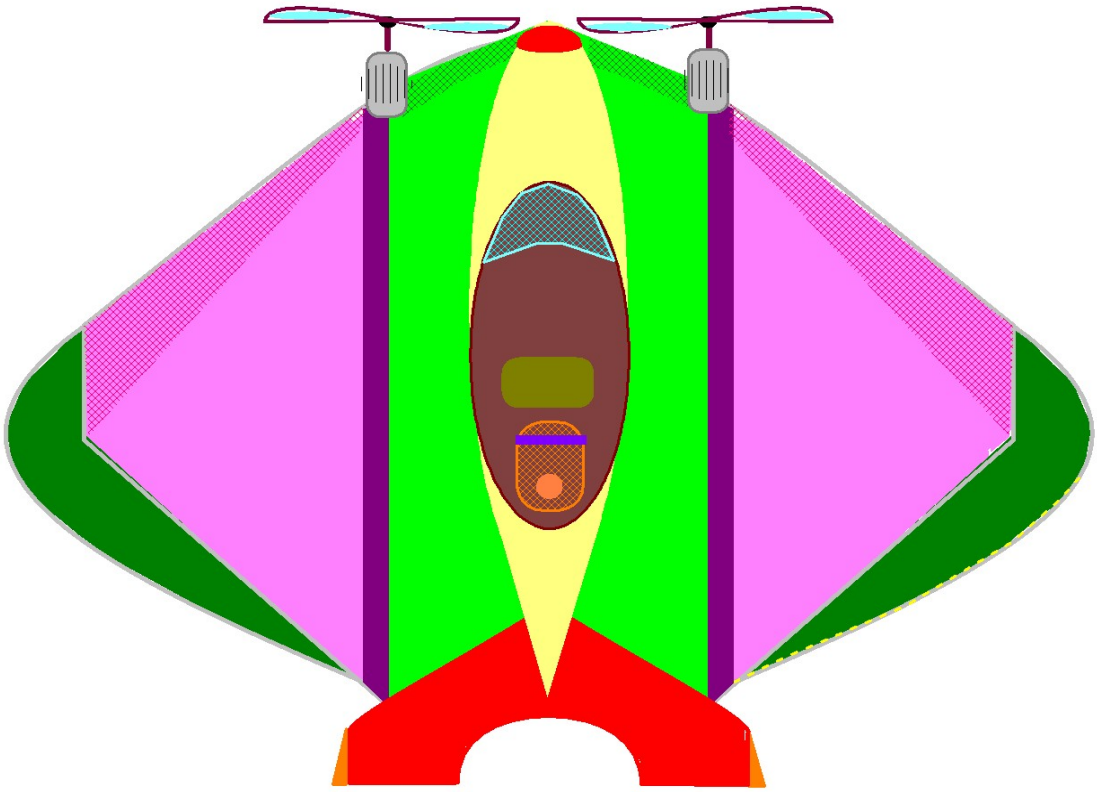
Hier wird ein Nurflügler mit Schwanzflosse vorgestellt – ist kein Widerspruch.
Idee und Dokumentation von Hans Ulrich Stalder.

1. Präambel

Unumstritten ist, dass bei einer Flugzeug-Neuentwicklung Prioritäten gesetzt werden müssen. Ansonsten würde der Lastenträger A400 gleich aussehen wie ein Experimental-UL.

Das nachfolgend vorgestellte Flugzeug kann in der Wohnstube zusammengebaut werden. Dass es nach dessen Vollendung immer noch durch die Türen kommt, hat absolute Priorität.

Und weil heute das Leben normalerweise nicht so bunt ist, hier ein Farbvorschlag:



Inhaltsverzeichnis

1. Präambel....1
2. Haftungsausschluss / Disclaimer....3
3. Hyperlinks....3
4. Urheberrecht / Copyright....3

2. Flugzeugkonzept....4
3. Flugzeug-Daten in Übersicht....5
   1. Allgemeine Daten....5
   2. Antriebssystem....6
   3. Bespannung....6
4. 3D-Bilder und generierte Flugzeugdaten – eine Annäherung....7
5. Technische Bilder....10
6. Flügel-Strak, Profile und Schränkung....12
7. Preisschätzung....16
8. Gerechnetes Gewicht und deren Abstand zur Rumpfnase....17
9. Rumpf und Flügelherstellung....18
   1. Rumpf und Aufbauten....20
   2. Prinzip der Rohrlegung für die ORATEX-Bespannung....21
   3. Flügel Vermassung....22
10. Steuerungssystem....23
11. Seitenruder, Flap und Spreizbremse....24
12. Sitzposition....25
13. Heizung....25
14. Quer-/Höhen-Ruder, Trimming und Flap-Einsatz....25
15. Start und Landung....25
16. Belastungstest....26
17. Nachwort von Otto Lilienthal....26
18. Ausblick 26
19. Links....26

2. Haftungsausschluss / Disclaimer

Für fehlerhafte und korrekte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.
Dieses Flugzeug ist rein theoretischer Natur. Es ist nicht bestätigt, dass dieses Flugzug weder fliegt noch irgendwelchen Sicherheitsnormen entspricht. Dieser Entwurf ist ohne Prüfung Dritter entstanden. Ein Nachbau ist daher verboten, respektive geschieht auf eigene Gefahr. Für allfällige Personen-, Sach- oder sonstige Schäden die im Zusammenhang mit dem hier vorgestellten Flugzeugprojekt entstanden sind oder entstehen könnten, lehne ich jegliche Haftung ab.

3. Hyperlinks

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

4. Urheberrecht / Copyright

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

Im Zusammenhang mit einem Flugzeug, wo ersichtlich ist, dass dessen Ursprung diesen hat, sind die vorliegenden Flugzeugbezeichnungen urheberrechtlich geschützt. Eine Benutzung derselben ist für Eigenbauer frei, andernfalls bedarf es einer schriftlichen Genehmigung. Bilder, Daten und Dokumente die in diesem Werk mit einer Quellenangabe versehen sind oder offensichtlich ist, dass diese Daten nicht der geistigen Schöpfung des Urhebers von diesem Werk entsprungen sind, sind ebenfalls ausgenommen. In den vorliegend aufgezählten Fällen gelten die Bestimmungen des Ursprungs.

2. Flugzeugkonzept

Die Strategie in Übersicht:

- S-schlag Profile (ausgeprägt an der Rumpfunterseite)
- Seitenruder flachgelegt gelegt, daher kein zusätzlicher Luftwiderstand
- Integrierter Rumpf in die Profilstruktur
- Kleinstmögliche Spannweite (dadurch weniger Widerstand an der Flügelnase)
- Resultierender invertierter Doppelknickflügel durch Profilstrak mit Auftriebsprofil ausserhalb der Mitte vom Flügel (ermöglicht eine Oberflächenrinne zu gestalten)
- Ausgeprägt gepfeilte Flügelform
- Mehrfacher Flügelstrak (aerodynamische Schränkung = unterschiedliche Flügelprofile)
- Flach gelegte Winglets (im Quer- / Höhen-Ruder integriert)
- Flügelverwindung (verstärkt die Bildung einer Oberflächenrinne)
- Front Fans (erzeugen erhöhten Bernoulli-Effekt über den Flügel)
- Elevons: Quer- und Höhenruder kombiniert (reduziert den Luftwiderstand)
- Oratex-Zackenband als Turbulatoren eingesetzt (im speziellen entlang den Rudern)
- Zusätzliches „Höhenruder“ als Seitenruder und Flap, Trimming, Langsamflug, Spreizbremsung, etc.

So, das wären also die hervorstechenden Ingredienzen für dieses Flugzeug.

<u>Hinweis</u>:
Mit der Umstellung der Aussenhaut von Kohlefasermatte mit Epoxidharz auf Oratex-Folie (Oracover), wurden die bestehenden Aufbauten möglichst in das Fachwerk-Rohrsystem für die Folienbespannung integriert (ausgenommen ist natürlich der Überrollbügel).

3. Flugzeug-Daten in Übersicht

Die nachfolgenden Daten wurden mit unterschiedlichen Programmen ermittelt, nämlich mit Nurfluegel, WinLaengs4, Profile2008, EntexPro-108 und SPlan7.0. Dabei mussten bei der Formgebung erhebliche Vereinfachungen in Kauf genommen werden. In der Folge können bei den errechneten Grössen Abweichungen zu den Ausgangsdaten entstehen. Einige Ergebnisse wurden auf Grund von Vergleichsdaten noch angepasst.

1. Allgemeine Daten

Flugzeugname	„Flying Object“, da „Quetzalcoatlus“ kaum auszusprechen ist.
Flugzeugtyp	Nurflügler
Flugzeug-Klasse	keine
Steuerung	aerodynamisch
Kabine	oben offen (Einstieg von der Seite)
Besatzung	1
Sitz-Position bei 80 kg Pilot-Gewicht	120 bis 130 cm
(eine grössere Abweichung vom Pilot-Gewicht erfordert eine Neuberechnung [1])	
Schwerpunkt-Lage ab Rumpfspitze 4% Stab.	90 cm +/- 10 cm (berechnungsabh.)
MTOW	200 kg (gerechnete Ausgangslage)
Leermasse	90 kg (leerer Tank)
Bodensteuerung	Schwenkrad vorn mit Seitensteuerung gekoppelt
Rumpflänge	2,6 m (3,1 m flugbereit)
Sitzhöhe über Boden	0,4 m
Standhöhe	0,95 m
Rumpfbreite mit demontierten Aussenflügel	1,4 m
Standhöhe der Aussenflügel	1,7 m
Aussenflügel (ohne Einsteckrohre)	1,4 m
Spannweite	4,2 m (3,5 ohne Quer-/Höhenruder)
Flügelfläche	6,1 m²
Flap (und Höhentrimming in einem)	0,3 m²
Streckung	2,8
Flächenbelastung	280 N/m²
Querruder- / Höhenruderfläche beide	1,1 m² (10-20% der Flügelfläche)
Seitenruderfläche abhängig vom Drehwinkel	0 m² bis 0,5 m² resultierend
Räder / Federungen	10 cm und Sitzfederung 5 cm
Räder (Handbremse vorn)	Ausfahrbar bei Landung 15 cm
Sicherheitssystem	Rettungsfallschirm am Flugzeug

1) Mit drei Personenwaagen kann der effektive Schwerpunkt (SP) durch Auswiegen vom Flugzeug, inkl. Pilot, wie folgt berechnet werden: SP = Gewicht_hinten * Abstand_Messpunkte / Gesamtgewicht.

2. Antriebssystem

Hirth Benzinmotoren 2 x 20 kW (2 x 28 PS); Tank 30 lt (elektrischer Antrieb in Aussicht gestellt).
2 x 3 Blatt Helix-Propeller

3. Bespannung

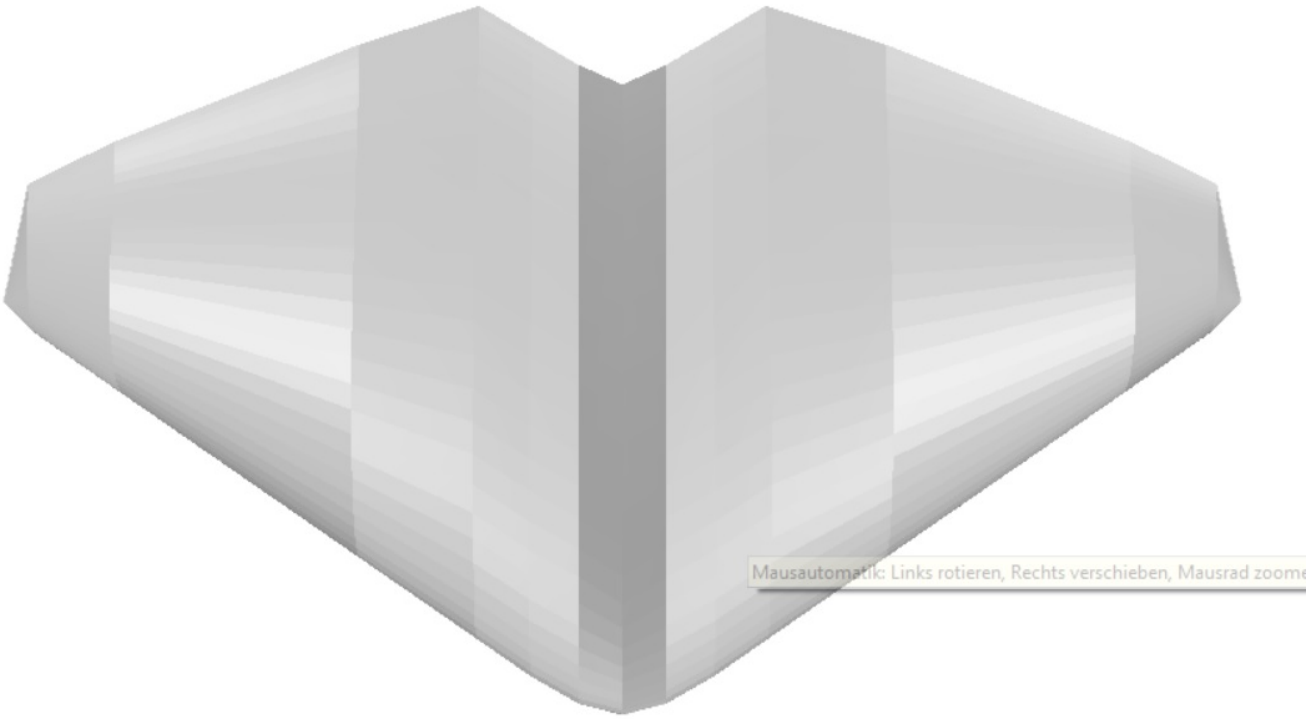
ORATEX UL 600

Zu den folgenden Punkten können (noch) keine Angaben gemacht werden:

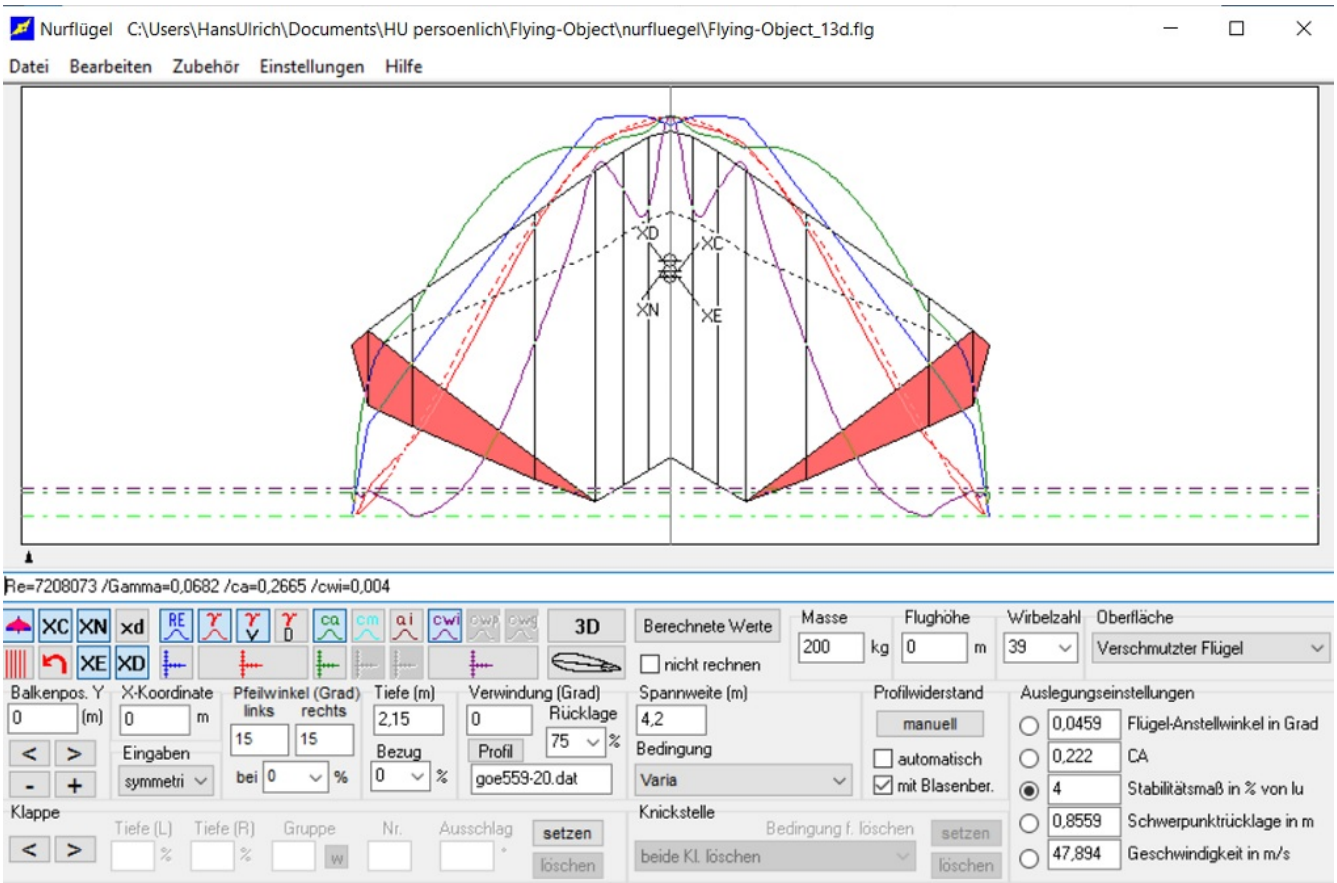
Abhebegeschwindigkeit	km/h
Sichere Take-off Geschwindigkeit	km/h
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	km/h
Reisegeschwindigkeit	km/h
Bestes gleiten	km/h
Geringstes sinken	km/h
Abrissgeschwindigkeit (Stall)	km/h (Abhebegeschw. / 1,3)
Maximale Reichweite	km
Steigwinkel	°
Startrollstrecke Betonpiste	m
Startrollstrecke über ein 50 ft Hindernis	m

4. 3D-Bilder und generierte Flugzeugdaten – eine Annäherung

Der einst geplante Knickflügel wurde, um die geraden Rohre (Holme) zu ermöglichen, durch einen Flügelstrak ersetzt. Das „Seitenruder“ kann mit diesem Flügel-Programm verständlicherweise auch nicht dargestellt werden und auch der Rumpf ist nur eine grobe Annäherung. Der Sinn vom Einsatz von diesem Flügel-Programm ist nicht die ultimative Optimierung, sondern das Unmögliche auszuloten.



Wie bereits erwähnt, sind die ausgewiesenen Werte zu relativieren, da der Rumpf in den Berechnungen mit einbezogen wird. Auch sonst mussten einige Kompromisse eingegangen werden, so, dass die benutzten Berechnungsprogramme eingesetzt werden konnten.



Name des Flügels = Flying-Object_13d.flg

Flächeninhalt (F) = 6,2968 m^2
Flächenbelastung = 31,7622 kg / m^2 = 317,6217 g / dm^2
Streckung (^) = 2,8014
Bezugsflügeltiefe (lu) = 1,7471 m
aktuelle Luftdichte (p) = 1,225 kg / m^3 in 0 m Höhe

Rücklage des Geometrischen Neutralpunktes (XC) = 0,9247 m
Rücklage des Elliptischen Neutralpunktes (XE) = 0,9616 m
Rücklage des Aerodynamischen Neutralpunktes (XN) = 0,9258 m
Rücklage des Druckpunktes=Schwerpunkt (XD) = 0,8559 m
Stabilitätsmaß (SM) = 4 %

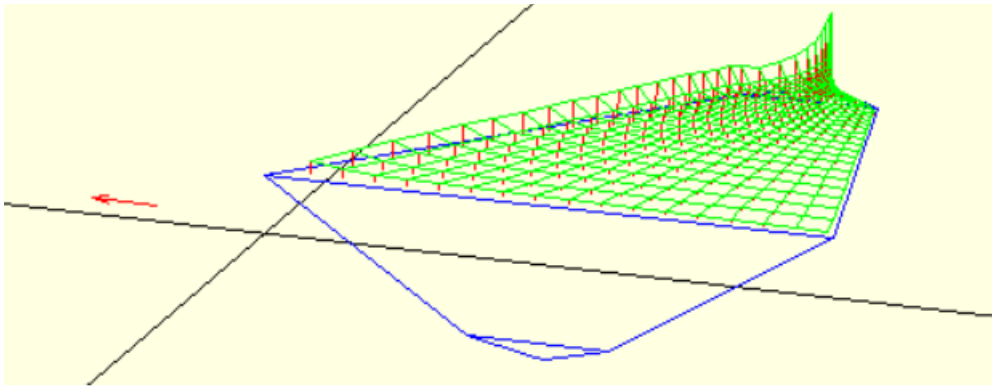
Nullauftriebswinkel des gesamten Flügels (A0) = -3,908 Grad
Nullmomentbeiwert des gesamten Flügels (CM0) = 0,0089
Auftriebsanstieg des Flügels (dCA) = 3,2143
Momentanstieg des Flügels (dCM) = -0,0021

Auftriebsbeiwert des gesamten Flügels (CA) = 0,2218
Momentbeiwert des gesamten Flügels (CM) = 0,0087
Induzierter Gesamtwiderstandsbeiwert (CWI) = 0,0075
Güte (CWI/CWI ell.) = 1,3444
Rollmomentbeiwert des gesamten Flügels (CL) = 0
Induzierter Giermomentbeiwert (CNI) = 0
Geschwindigkeit für den Stationären Flug (v_einsatz) = 47,894 m/s

Info Normierung !
Normierter Wert = Orginal Wert * t / 2 / b!

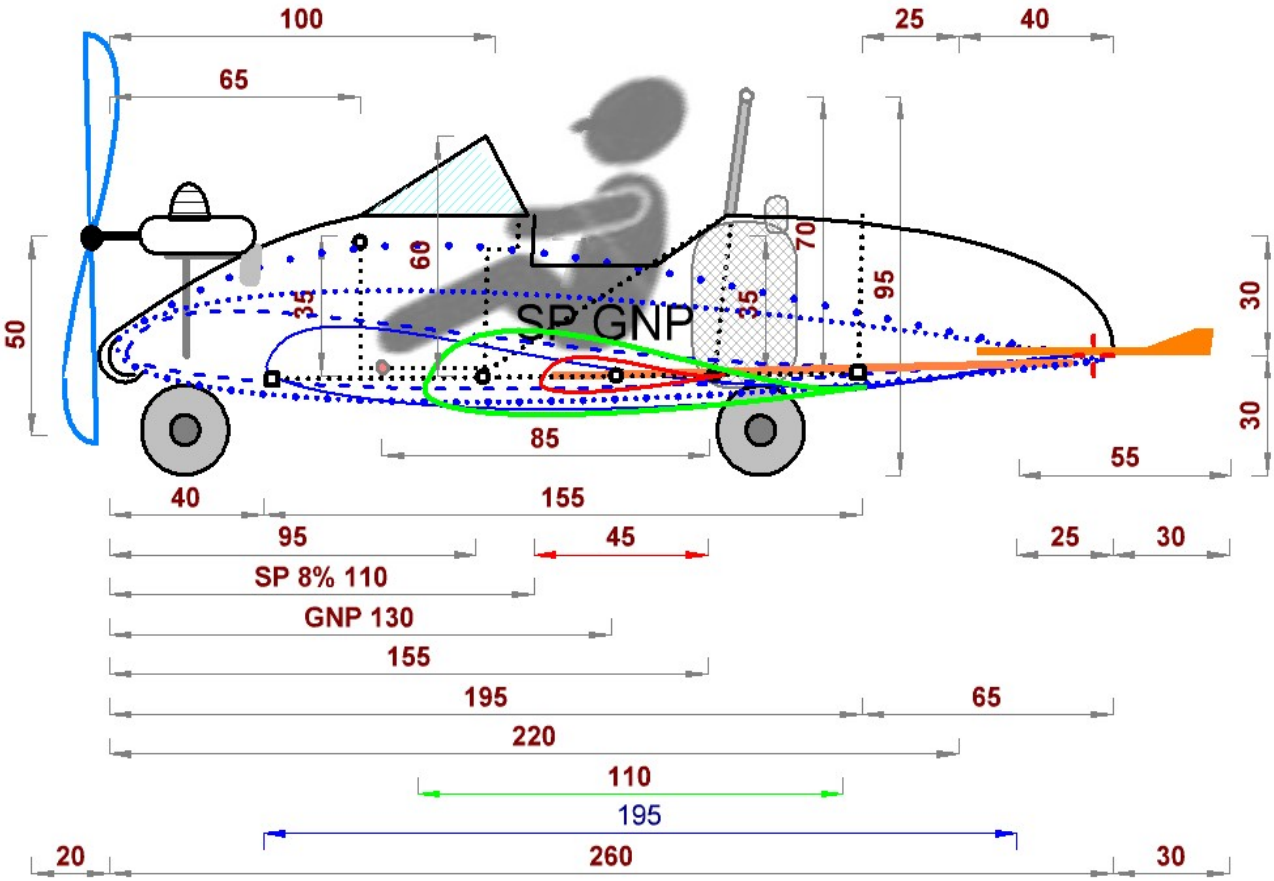
Aus Programm „Nurfluegel“ von Frank Ranis

Berechnete Druckverteilung:

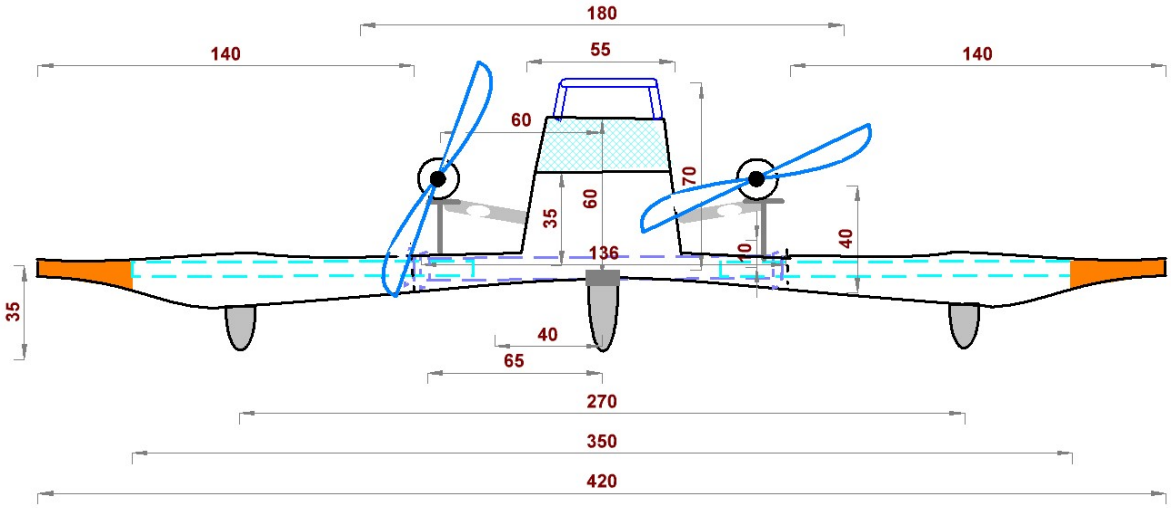


Aus Programm WinLaengs4

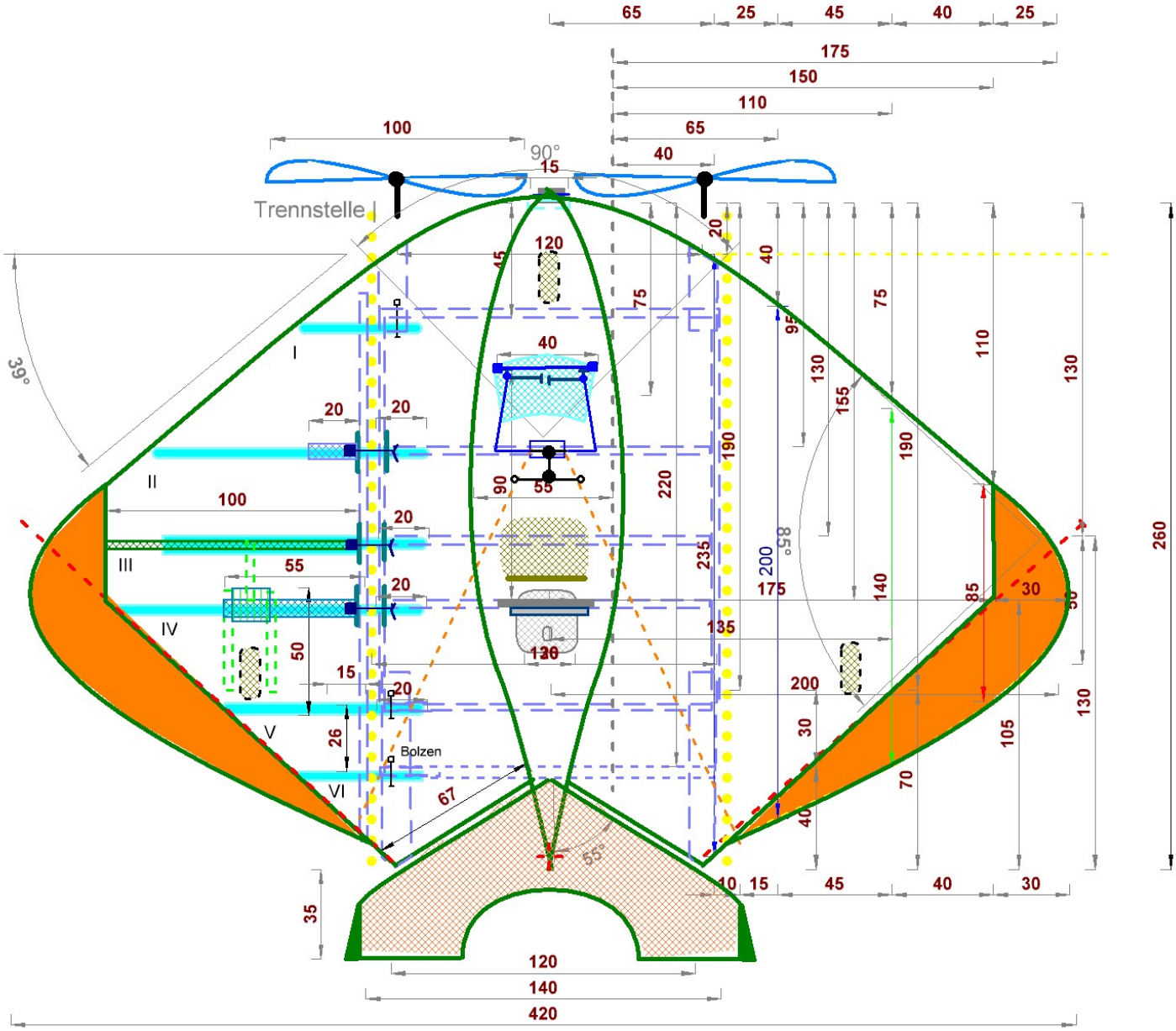
5. Technische Bilder



Die tiefe Aussparung für den Seiteneinstieg macht nicht nur das Einsteigen angenehmer, es ermöglicht auch mit dem fertiggestellten Flugzeugrumpf das Wohnzimmer wieder verlassen zu können.

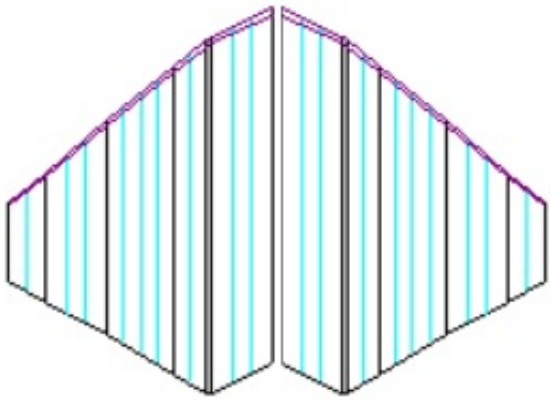


© Hans Ulrich Stalder



6. Flügel-Strak, Profile und Schränkung

Rippe	Abstand zur Wurzel (mm)	Länge (mm)	Schränkung (°)	Bemerkung
1	0,00	235,00	0,00	Wurzelrippe
2	13,33	235,33	0,00	
3	26,67	235,67	0,00	
4	40,00	236,00	0,00	1. Stoßstelle
5	45,00	234,00	0,00	2. Stoßstelle
6	55,00	218,50	0,00	
7	65,00	203,00	0,00	3. Stoßstelle
8	76,25	187,50	-0,50	
9	87,50	172,00	-1,00	
10	98,75	156,50	-1,50	
11	110,00	141,00	-2,00	4. Stoßstelle
12	123,33	122,34	-2,67	
13	136,67	103,66	-3,33	
14	150,00	85,00	-4,00	5. Stoßstelle
15	162,50	67,50	-4,00	
16	175,00	50,00	-4,00	Endrippe



Daten zum Strak: Flying-Object-21.str

Flächenform: Sechsfachtrapez

Maße	Wurzelrippe	1. Stoßstelle	2. Stoßstelle	3. Stoßstelle	4. Stoßstelle	5. Stoßstelle
Abst. zur Wurzelrippe (mm)	0,00	40,00	45,00	65,00	110,00	150,00
Profiltiefe (mm)	235,00	236,00	234,00	203,00	141,00	85,00
Schränkung (°)	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,00	-4,00
Pfeilung (mm)	-	19,00	21,00	39,00	75,00	110,00
V-Form (°)	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,00	0,00

Maße	6. Stoßstelle	7. Stoßstelle	Endrippe
Abst. zur Wurzelrippe (mm)			175,00
Profiltiefe (mm)			50,00
Schränkung (°)			-4,00
Pfeilung (mm)			130,00
V-Form (°)			-

Profildaten

Wurzelrippe:

Profil:	HQS-1-10.pro
Profildicke(d):	9,96 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	1,00 %
Wölbungsrücklage(xf):	30,87 %
Momentenbeiwert(cm0):	0,0008
Nullauftrieb(α0):	-0,3303 °
Stoßfreier Eintritt:	0,9466 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,1400
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4520
Neutralpunktlage:	25,81 %

1. Stoßstelle:

Profil:	HQS-1-10.pro
Profildicke(d):	9,96 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	1,00 %
Wölbungsrücklage(xf):	30,87 %
Momentenbeiwert(cm0):	0,0008
Nullauftrieb(α0):	-0,3304 °
Stoßfreier Eintritt:	0,9466 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,1400
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4519
Neutralpunktlage:	25,81 %

2. Stoßstelle:

Profil:	HQS-1-10.pro
Profildicke(d):	9,96 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	1,00 %
Wölbungsrücklage(xf):	30,87 %
Momentenbeiwert(cm0):	0,0008
Nullauftrieb(α0):	-0,3304 °
Stoßfreier Eintritt:	0,9466 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,1400
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4519
Neutralpunktlage:	25,81 %

3. Stoßstelle:

Profil:	HQS-1-10.pro
Profildicke(d):	9,96 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	1,00 %
Wölbungsrücklage(xf):	30,87 %
Momentenbeiwert(cm0):	0,0008
Nullauftrieb(α0):	-0,3304 °
Stoßfreier Eintritt:	0,9466 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,1400
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4519
Neutralpunktlage:	25,81 %

4. Stoßstelle:

Profil:	Neu-HQS-1-10_15-8-30-30.pro
Profildicke(d):	15,00 %
Dickenrücklage(xd):	30,14 %
Profilwölbung(f):	8,02 %
Wölbungsrücklage(xf):	30,14 %
Momentenbeiwert(cm0):	0,0082
Nullauftrieb(α0):	-2,5957 °
Stoßfreier Eintritt:	7,5258 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	1,1099
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,3623
Neutralpunktlage:	26,01 %

5. Stoßstelle:

Profil:	HQWINGLE.pro
Profildicke(d):	10,73 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	2,22 %
Wölbungsrücklage(xf):	43,73 %
Momentenbeiwert(cm0):	-0,0794
Nullauftrieb(α0):	-3,0437 °
Stoßfreier Eintritt:	0,7583 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,4169
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4477
Neutralpunktlage:	25,90 %

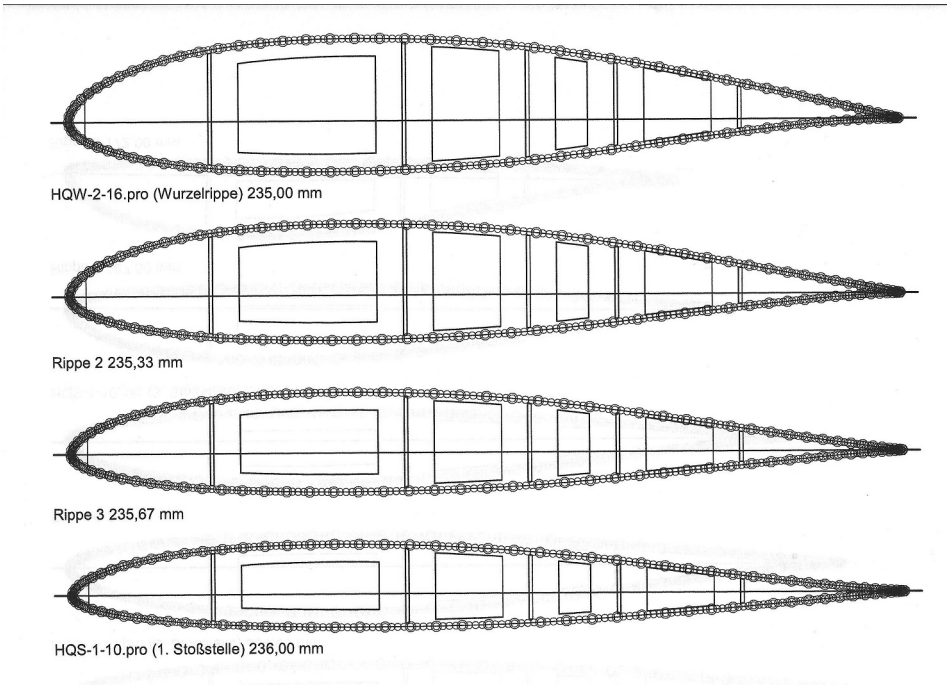
Daten zum Strak: Flying-Object-21.str

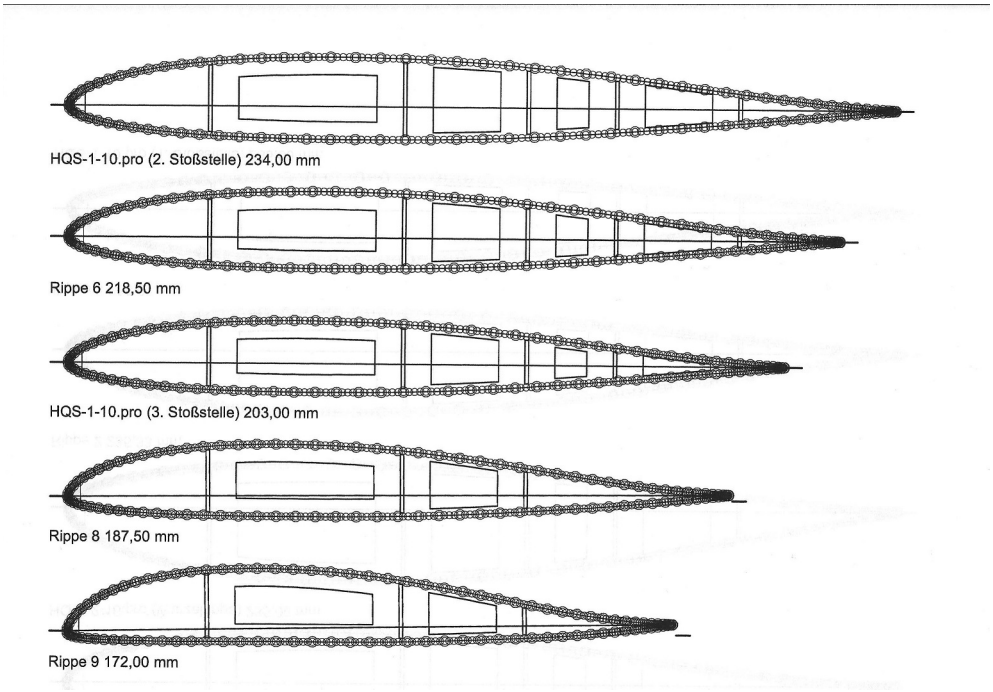
Profildaten (Fortsetzung)

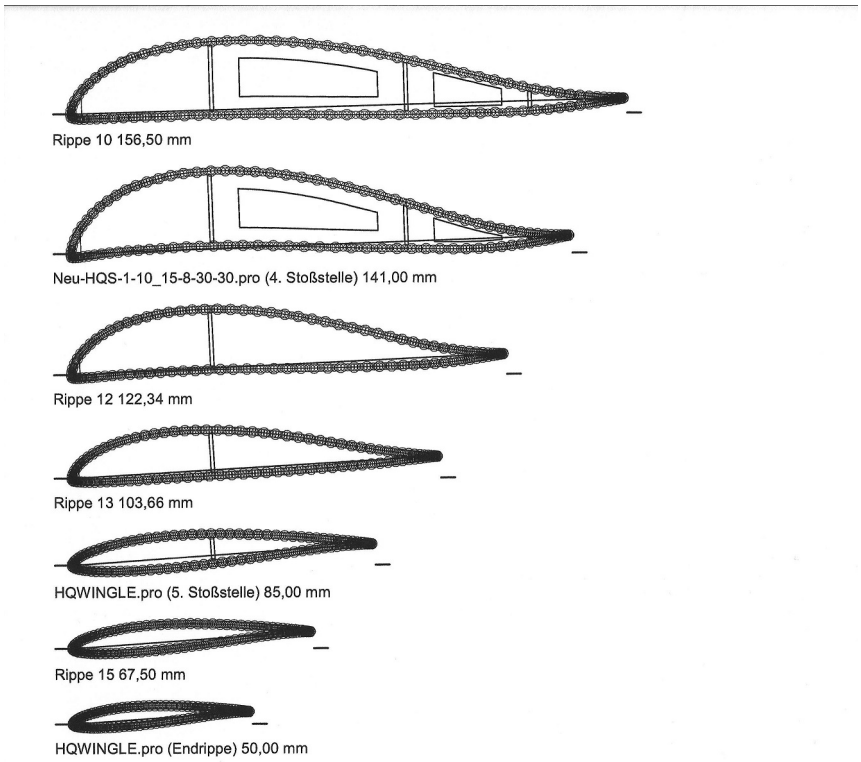
Endrippe:

Profil:	HQWINGLE.pro
Profildicke(d):	10,73 %
Dickenrücklage(xd):	32,33 %
Profilwölbung(f):	2,22 %
Wölbungsrücklage(xf):	43,73 %
Momentenbeiwert(cm0):	-0,0794
Nullauftrieb(α0):	-3,0437 °
Stoßfreier Eintritt:	0,7583 °
Ca bei stoßfreiem Eintritt:	0,4169
Auftriebsanstieg (Re=100000):	5,4477
Neutralpunktlage:	25,90 %

© Hans Ulrich Stalder







Anschauung Strak - aus Programm Profile2008

7. Preisschätzung

Beschreibung	Auslagen in Euro
20 m² Bespannfolie	2200
Bespannfolie Zutaten	200
Antriebssystem mit Propeller	20000
Steuerungssystem	1400
Rumpf und Flügel	4000
Rollsystem	500
Restliche Konstruktion	1000
Sperrholz-Platten 1 mm	200
Fremdarbeiten	500
Total	**30000**

8. Gerechnetes Gewicht und deren Abstand zur Rumpfnase

Beschreibung	Kilogramm	Abstand in cm
15 m² ORATEX	5	180
ORATEX Verarbeitung (Leime, Verstärkungen, Untergrund, etc)	4	180
Alu-Ganzblechstreifen 30x2 (ORATEX-Bespannrohre Verbinder)	1	180
Stahlband Rumpfnase Verkleidung/Gleiter 60x10x1,5 mm	1	0
Rumpf Bodenrahmen Alu-Rechteck-Profile 100x50x4 (gelocht)	3	130
Flügel-Rumpfseite Alu-Rechteckprofil 100x50x4 (gelocht)	3	130
Rumpf innen Alu-Quer-Rohre 70x2,5; 1,43 kg/m	8	130
Flügel Alu-Konstruktion acht Rohre 60x3; 1,2 kg/m	8	150
Alu-U-Profile Holm Einfassung 40x40x40x4; 1,2 kg/m (gelocht)	4	130
Holme (Nr. III) zwei Alu-Rund-Rohre 60x5; 2,3 kg/m	6	130
Rumpf-, Flügel- und Ruder-Einfassungen Alu-Rohr 20x2 0,3 kg/m	4	150
Allg. Rumpf-Aufbauten werden aus Alu-Rohren 45x3 hergestellt	7	130
Der Überrollbügel besteht aus ovalen Alu-Rohren von 80x50x3	2	195
Alu-Rohre für die ORATEX-Bespannung 20x1; 0,16 kg/m	6	180
2xHirth-Motor 28 PS, 13Kg, F33B/BS G33=1:2,5 und Verstrebung	32	20
2xHelix-Propeller 1,7 kg, 2800 RPM, 3 Blatt, D:100	4	0
Steuerungssystem, Mantel-Rohr 80x4; 8 cm; Verb. Rohr 16x1,5; 3,6 m; / Steuerhorn (ggf. Fahrradlenker), div. Kleinmaterial	1	130
Steuerstangen, Rohr 15x1;7 m; 2 Quer-/Hoch-Anst., Seitenst.+Flap	1	160
Tank 27 Liter-Füllung (30 lt. Behälter)	25	170
Sicherheitsfallschirm (fakultativ) am Überrollbügel oben (8 kg)	0	135
Bugfahrwerk TOST 56820 mit Steuerungs- und Bremssystem	2	170
Frontfenster	1	90
Hauptfahrwerk TOST 36820	1	170
Restliche Konstruktion	1	150
Pilot	80	120
Total	**210**	

9. Rumpf und Flügelherstellung

Die folgende, rein theoretische Anleitung setzt Basis-Kenntnisse im Umgang mit ORATEX Bespannfolie voraus. Zusätzlich ist eine gute Vorbereitung für die technischen Komponenten, die später eingebaut werden müssen, vonnöten.

Das ganze Flugzeug wird mit Alu-Rohren eingefasst als Voraussetzung für das Bespannen mit Folie. Der Flügelstrak wie auch die Flügelverwindung verunmöglicht zwar eine Rohrführung am vordersten Punkt der Flügelnase in einer Ebene, aber durch das Versenken vom Rohr und dem Einfassen der Flügelnase mit dünnem Sperrholz ist eine einfache Konstruktion trotzdem möglich - analoges vorgehen auf der Ruderseite.

Die Rumpf-Grundkonstruktion sowie die Holme sind Alu-Konstruktionen. Flügel- und Rumpfrippen werden aus „Fachwerk gefrästem“ Sperrholz gefertigt, respektive in die richtige innere und äussere Form gefräst (wenn möglich als zusammenhängende Stücke). Flügelrippen werden mit Hart-Rundhölzer gegeneinander abgestützt.

Die formgebende Alu-Rohrkonstruktion wird analog der Flügelkonstruktion mit ORATEX Bespannfolie eingefasst. Konkave Rundungen werden mit Sperrholz ausgekleidet und die Folie an diese geklebt.

Hinter dem Überrollbügel im oberen Bereich ist ggf. der Fallschirm montiert.

Wird der Flügel montiert, wird dieser mit den verlängerten Holmen (Alu-Rohren) in den Rumpf-Rahmen geschoben und mit Gewindestangen fixiert. Die folgenden Ausführungen erklären die technischen Hintergründe dazu.

Der Rumpf besteht aus Alu-Rechteckprofilen mit Lochungen zur Gewichtsreduktion. Als Querstreben werden Alu-Rundrohre genommen. Diese sind mit dem Rahmen verschweisst [2]. Zugleich nehmen diese Alu-Rundrohre die verlängerten Flügel-Holme auf und müssen daher durch das Alu-Rechteckprofil geführt werden.

2 Eine Weiterentwicklung des WIG-Schweißens (Wolfram-Inertgasschweißen) ist das Schweißen mit pulsierendem Strom. Beim WIG-Impulsschweißen pulsiert der Schweißstrom zwischen einem Grund- und Impulsstrom mit variablen Frequenzen, Grund- und Impulsstromhöhen und -breiten. Die Pulsfrequenz, die Impulsbreite und die Impulshöhe sind getrennt voneinander einstellbar. Das WIG-Pulsen mit variablem Stromverlauf kann nur mit einer besonderen Schweißanlage (Schweißinverter) durchgeführt werden. Die fein dosierbare Wärmeeinbringung beim WIG-Impulsschweißen ermöglicht eine gute Spaltüberbrückung, eine gute Wurzelschweißung und ein gutes Schweißen in Zwangslagen. Schweißnahtfehler am Nahtanfang und Nahtende, wie beim Rohrschweißen, werden vermieden.

Beim Impulsschweißen von Leichtmetallen kann man erreichen, dass nur die Oberfläche anschmilzt und somit bei dünnen Blechen < 1,0 mm das Durchschmelzen verhindern. Bei Kehlnähten wird die Ecke besser erfasst als beim Standardschweißen mit konstantem Strom. Es lassen sich Bleche mit einer Dicke von 0,6 mm noch stumpf zusammenfügen, da die Stabilität des Lichtbogens sowie die konzentrierte Wärmeeinbringung ein kleines definiertes Schmelzbad erlauben.
Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Schwei%C3%9Fen#Wolfram-Inertgasschwei.C3.9Fen_.28WIG.29

Die Flügel-Innenkonstruktion besteht ebenfalls aus Alu-Rundrohren (Holme) und Rumpf-seitig aus einem Alu-Rechteckprofil mit Lochungen zur Gewichtsreduktion (entlang dem Rumpfrahmen). Durch dieses Alu-Rechteckprofil werden die Alu-Rundrohre (Holme) durchgeführt und mit dem Alu-Rechteckprofil verschweisst.

Die Holme II und IV werden Rumpf-seitig mit Alu-Rohren verstärkt und der Holm III oben und unten mit Alu-U-Profilen eingefasst. Die Alu-Rohre führen einseitig durch die Alu-Rechteckprofile hindurch und werden aussenseitig mit dem Alu-Rechteckprofil verschweisst. Die Länge der verstärkenden Alu-Rohre sind bei Stossstelle überall 20 cm. Ebenfalls verstärkt werden die Querrohre vom Rumpf-Rahmen (analog den Holm-Verstärkungen). Wo notwendig werden die Holm-Rohre aussen abgeflacht und nehmen die umlaufenden Alu-Rohre auf.

Im Weiteren werden die Alu-Rohr-Stossstellen Flügel/Rumpf mit starken Rechteck Alu-Platten, die mit dem Rechteck-Profil verschweisst werden, ergänzt. Diese Alu-Platten haben eine Schraubendurchführung gebohrt. Flügel-seitig werden die Alu-Platten ebenfalls an die Alu-Rechteckprofile vom Flügel geschweisst.

In die Bohrlochungen der Rumpf-seitigen Alu-Platten kommen Gewindestangen mit angeschweissten Flügelmuttern. Eine Kunststoff-Schraubenmutter wird auf die Gewindestange geschraubt um ein herausrutschen zu verhindern. Der lange Gewindeteil ragt über den Alu-Rechteckrahmen bis zu den Alu-Platten auf der Flügel-Rahmen-Seite (und werden letztlich durch diese hindurchgeführt). Eine an die Alu-Platten angeschweisste Schraubenmutter bildet das Gegenstück auf der Flügelseite.

An die fertige Alu-Konstruktion wird das Seiten-Steuerungssystem, die Höhen-/Querruder, die Flap-Ansteuerung mit Trimming sowie die Räder montiert. Das Seitenruder und das Flap wird erst nach Beendigung der Aufbauten montiert.

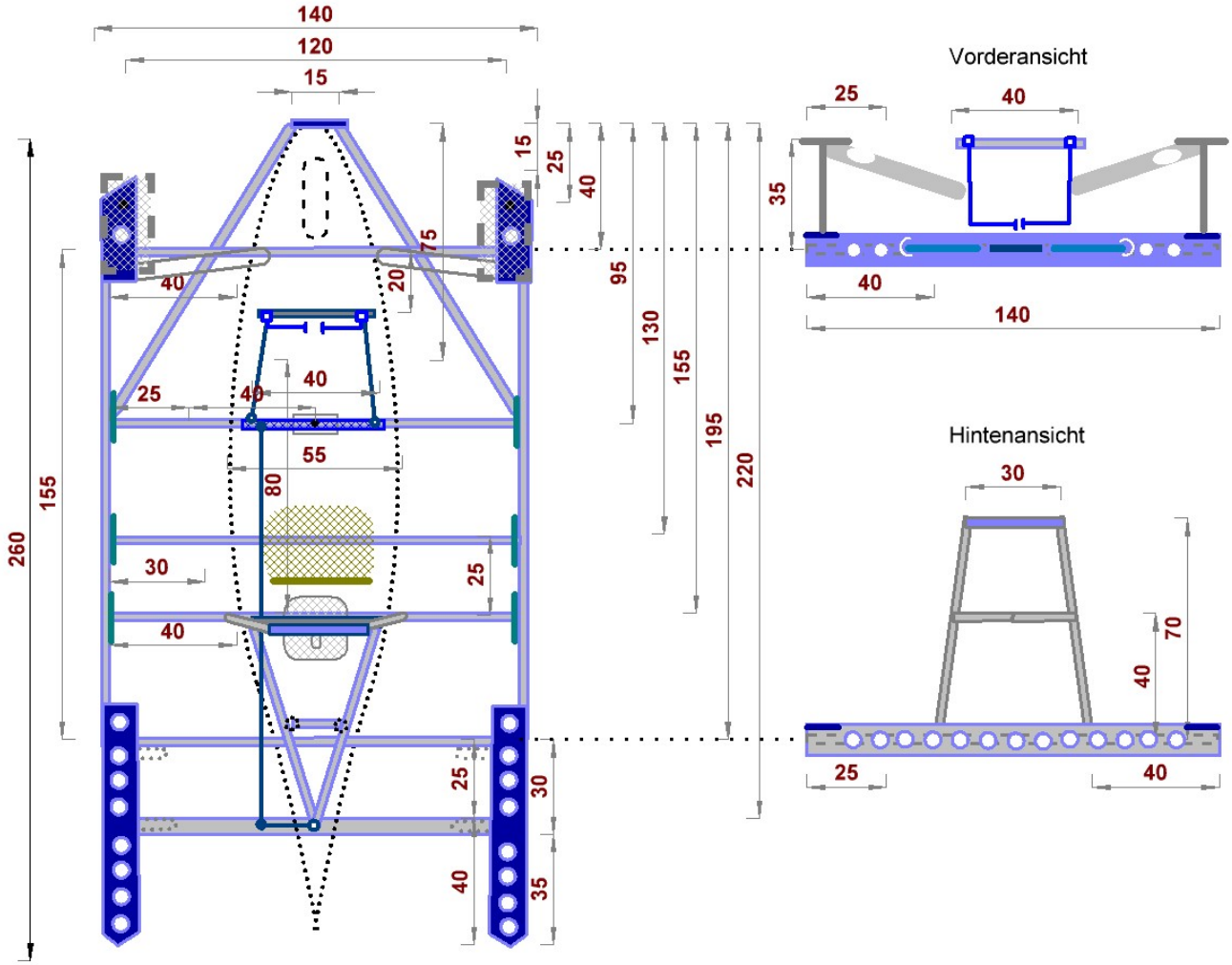
Die äussersten Sperrholz-Rippen werden mit einem Alu-Dorn von fünf Millimeter Durchmesser und mit 30° Neigung durch die Alu-Rohre (Holme) gesteckt. Danach werden alle Teile mit Epoxid-Harz miteinander verleimt.

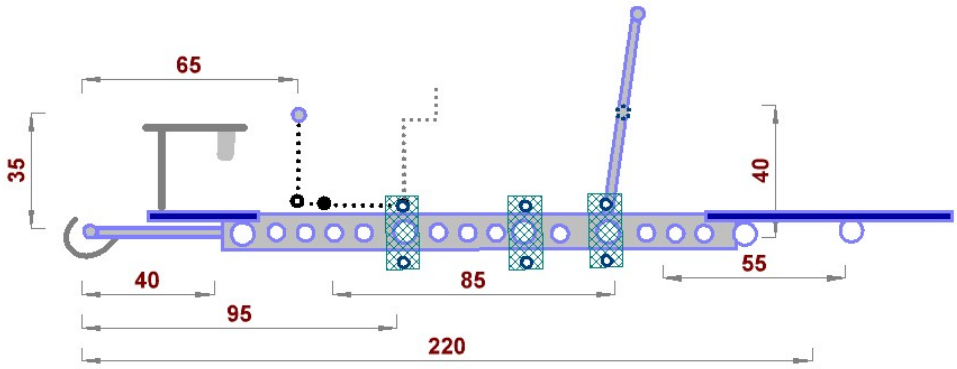
Alle Rumpf-, Flügel- und Klappen-Ränder werden ggf. formgebend mit ganz dünnen Sperrholzplatten verstärkt.

Letztlich werden alle Ränder sauber ausgearbeitet, das Frontfenster, das Antriebssystem und die restlichen technischen Komponenten montiert.

1. Rumpf und Aufbauten

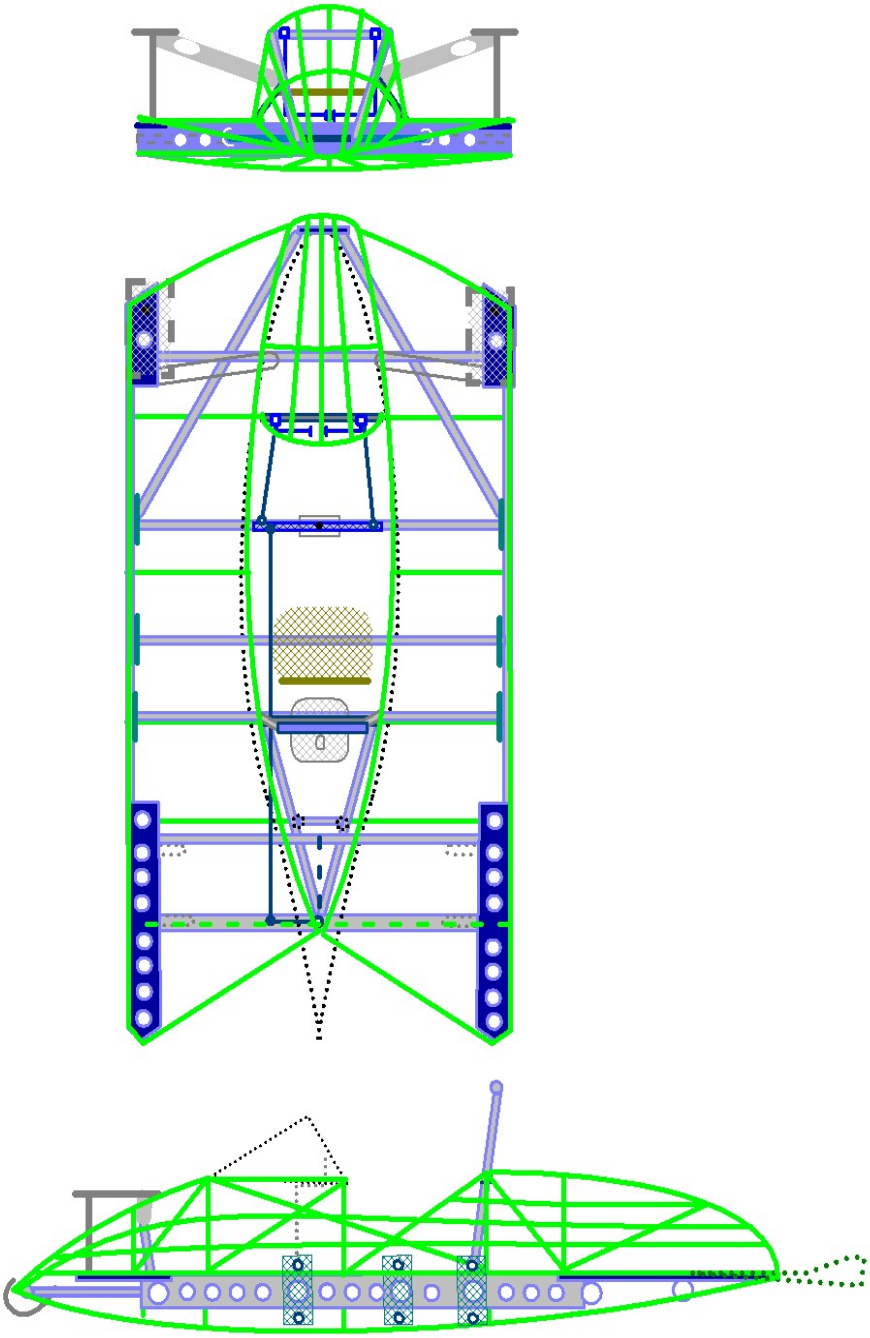
Alle tragenden Alu-Teile werden aus Flieger-Alu gefertigt. Alle Schweissnähte sind auftragend zu schweissen. Die nachfolgende Zeichnung zeigt die Grund-Konstruktion.





Überall wo sich Rohre kreuzen, werden zur Verhinderung einer Rahmenverwindung und für die Stärkung der Längsstabilität, diese miteinander verschweisst.

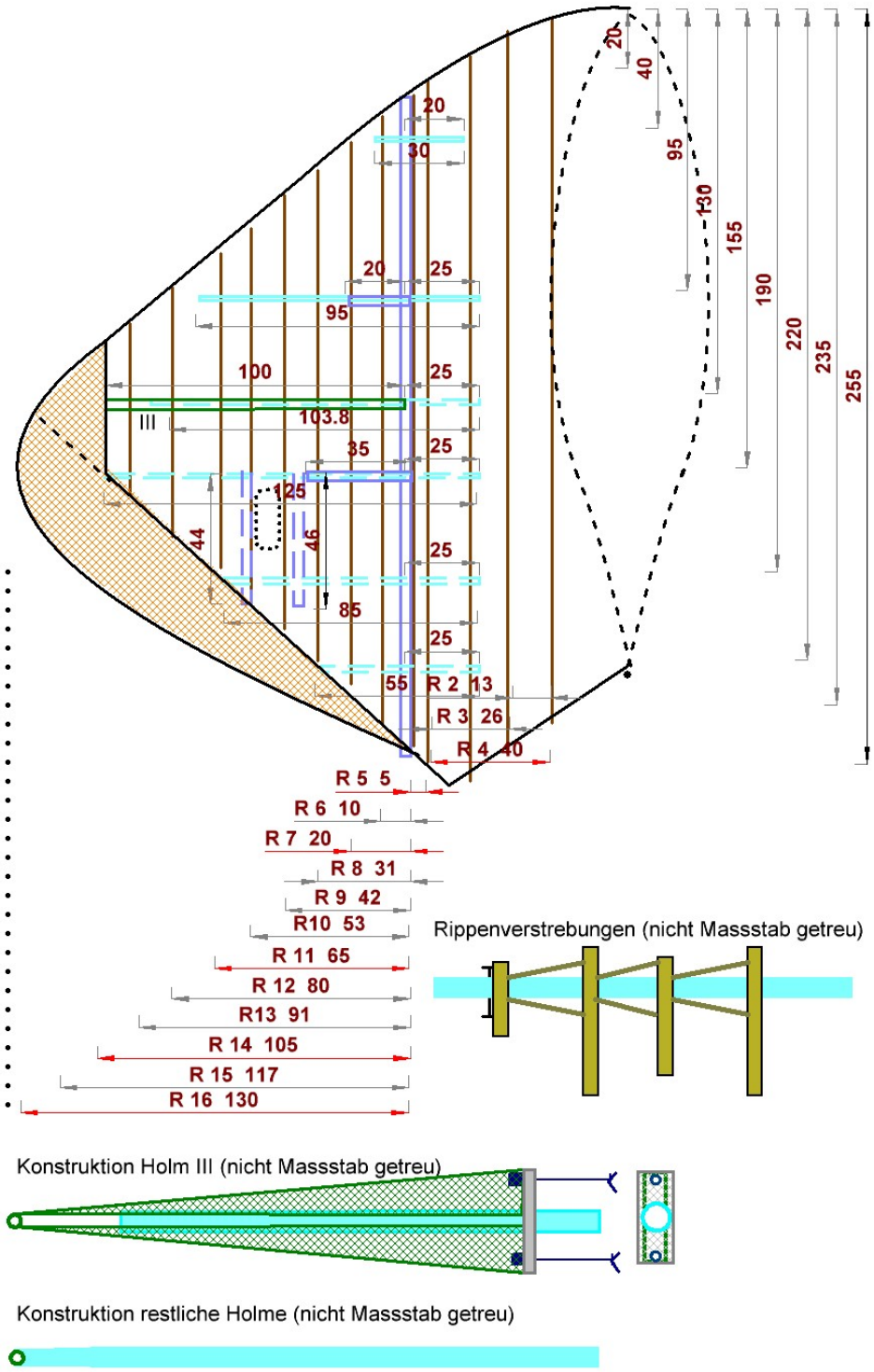
2. Prinzip der Rohrlegung für die ORATEX-Bespannung



In den verschiedenen Ansichten wurden bewusst, zur besseren Übersicht, einige Rohre anderer Ansichten weggelassen.

3. Flügel Vermassung

Damit auch die inneren Rohre auftragend geschweisst werden können, müssen diese Rumpf-seitig zwei Millimeter zurückversetzt platziert werden (die Rumpf-seitige Fläche vom Rechteck-Profil muss auf dem Rumpf-Rahmen plan aufliegen können).



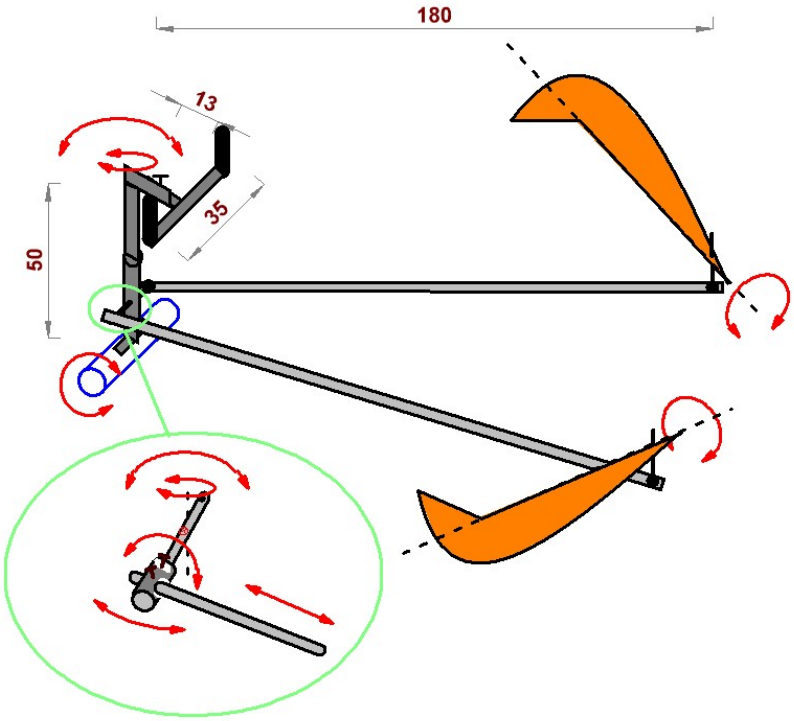
10. Steuerungssystem

Das Steuerhorn hat andere Drehpunkte als traditionelle Steuerhörner. Dadurch ändert sich die Handhabung gegenüber konventionellen Flugzeugen. Vollständigkeit-halber hier der Überblick:

- Steuerhorn drücken: Nase geht nach unten
  Steuerhorn ziehen: Nase geht nach oben
- Steuerhorn nach rechts schwenken und linkes Pedal treten: Linkskurve
  Steuerhorn nach links schwenken und rechtes Pedal treten: Rechtskurve
- Linkes Pedal treten: Flugzeug dreht nach links, Nase geht nach unten
  Rechtes Pedal treten: Flugzeug dreht nach rechts, Nase geht nach unten

Beim Seitengleitflug (Glissade / Slip), wird die hängende, vorauseilende Flügelfront (fast) rechtwinklig angeblasen, dadurch wird auch der Auftrieb erhöht. Das heisst, der nachfolgende konventionelle Hinweis vom leicht gezogenen Steuerhorn ist auch hier Realität (so die theoretische Überlegung):

- Linkes Pedal voll treten, Steuerhorn nach links schwenken und ziehen: Rechtsslip
  Rechtes Pedal voll treten, Steuerhorn nach rechts schwenken und ziehen: Linksslip

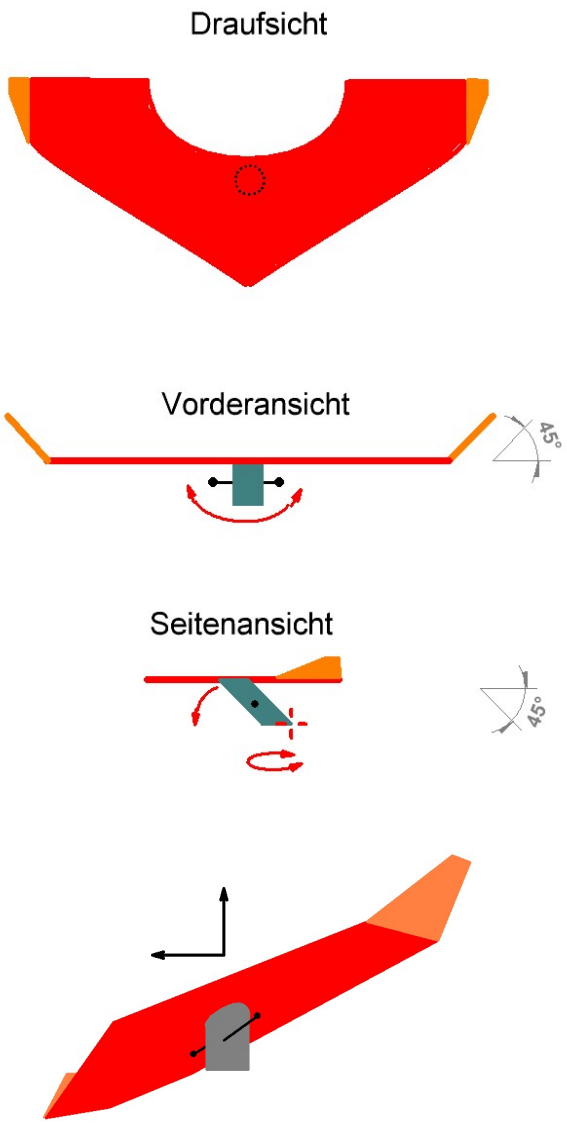


Die Pedal-Mechanik ist dermassen trivial, dass es zu keinem Bild reichte.

11. Seitenruder, Flap und Spreizbremse

Das „Seitenruder“ ist eine ebene, horizontale Fläche die auf einem abgewinkelten, drehbaren Rohr montiert ist. Das Rohr führt von unten in einem Winkel von 45° auf die ebene Fläche und kann mit den Fusspedalen gedreht werden. Dadurch kippt die ebene Fläche seitlich weg und fungiert in dieser Position als Seitenruder, zusätzlich als Flap. Der Vorteil dieser Konstruktion ist der Null-Widerstand im Geradeausflug, der Nachteil ist, dass mit der Verdrehung eine zusätzliche Auftriebskomponente entsteht. Kippt man allerdings über eine Rolle in den Sturzflug über, wird der Nachteil wieder aufgehoben.

Zudem kann mittels einem Handgriff das Rohr, zusammen mit der ebenen Fläche, nach unten gekippt werden (dies ist dann der Fall, wenn das „Seitenruder / Flap“ als Spreizbremse eingesetzt wird).



Seitenruderprinzip (Ansicht von vorn). Linkskurve: linkes Pedal getreten resultiert in einer Schwanz-Bewegung nach rechts (immer in Spitzrichtung).

12. Sitzposition

Der Pilotensitz lässt sich in der Höhe sowie längs verstellen. Auch die Seitenruderpedalen lassen sich längsseitig verstellen. Dagegen ist das Steuerhorn fix montiert und garantiert so genügend Freiraum zum ausschwenken.

13. Heizung

Das Auspuffrohr führt fast rechtwinklig durch das seitliche Verstrebungsrohr, das einen grossen Durchmesser und eine dünne Wandung hat. Dieses führt von der Motorenplattform ins Rumpfinnere wo die Warmluft ausgeblasen wird. Eine zusätzliche Auspuffummantlung im Wärmeaustauschbereich verhindert, dass Monoxyd ins Cockpit gelangt.

14. Quer-/Höhen-Ruder, Trimming und Flap-Einsatz

Höhenruder-Befehle werden zu 1/3 an das Quer-/Höhenruder und zu 2/3 an das Flap weitergeleitet.

Das Seitentrimming wird über die beiden Motoren mit den separaten Gashebel am Steuerhorn geregelt.

Das Höhentrimming ist mit dem Flap kombiniert.

Um den Anstellwinkel vom Flugzeug zu verringern, ist das Flap zu benutzen (dies verhindert einen möglichen Strömungsabriss an den Flügeln – schlau, nicht wahr).

15. Start und Landung

Beim Start sind alle Räder in der oberen Position verankert und werden erst für das Landen durch einen einfachen Seilmechanismus ausgeklinkt. Nach dem Ausklinken fallen die Räder nach unten und rasten auf der unteren Position automatisch ein.

Beim Landen wird sich durch den geringen Abstand zum Boden auch bei kleiner Geschwindigkeit der Bodeneffekt (Luftkissenbildung) einstellen. Dies hat zur Folge, dass das Flugzeug viel länger schwebt (anders ausgedrückt, die Landebahn wird schneller kürzer als erwünscht). Abhilfe schafft da ein durchgreifendes „Steuerhorn weg vom Bauch“ und umgehendes „Seitenruder“ nach unten ausstellen (entspricht einer Spreizbremse). Geübte Piloten brauchen natürlich Überwindung das Steuerhorn nach vorn zu drücken. Danach nicht vergessen das Gras von der Flugzeugnase abzuwischen. Zum Glück ist diese mit einem etwas vorstehenden und federnden Gleit-Stahlband von zehn Zentimeter Breite verstärkt.

16. Belastungstest

Auf Grund von Vergleichsdaten werden die Flügel mit insgesamt 700 kg belastet. Der Belastungstest wird vor dem Bespannen der Flügel und vor dem Einkleiden vom Rumpf vorgenommen. Mit 46 Blumenerde-Säcke an 15 kg, über die beiden Flügel gleichmässig verteilt, sollten sich die Flügelende am umgedrehten Flugzeug nicht mehr als 85 Millimeter senken.

17. Nachwort von Otto Lilienthal

Somit übergebe ich denn dieses Werk der Öffentlichkeit und bitte, bei der Beurteilung die hier erwähnten Gesichtspunkte freundlichst zu berücksichtigen.

18. Ausblick . . .

... mit Frischluft.

Und was soll das Ganze für ein Flugzeug das (eventuell) nie gebaut wird? Eine Annäherung:

„Glücklich ist, wer mehr Träume hat als die Wirklichkeit zerstören kann.“
(Ursprung unbekannt)

PS. Auch ein rundum rosaroter Anstrich würde dem Vogel die nötige Würde verleihen.

19. Links

Die Anfänge vom menschlichen Flug zu kennen ist spannend und lehrreich:

http://www.luftfahrt-bibliothek.de/datenarchiv/otto-lilienthal-der-vogelflug-als-grundlage-der-fliegekunst.pdf

* * * *