

# Lehrgang Ultraleicht-Flugzeugkonstruktion

Entwurf für die vorgesehenen Themen

## 1 Vorentwurf

### 1.1 Planungswerkzeuge

Anforderungen und Ziele definieren

Excel

Skizzenprogramm, Skizzenblock

Profilberechnungsprogramm XFLR5

Propellerberechnung JavaProp

Lufttüchtigkeitsforderungen LTF-UL 2020

Sammlung von Materialeigenschaften,

z.B.: MIL-HDBK5 für Aluminium

MIL-HDKB-17 für Faserkunststoffverbund (FKV)

Vereinfachte Vorgehensweise

Literatur

### 1.2 Konfiguration

#### 1.2.1 Hochdecker

Möglichkeit für Flügelstrebe: nur Last oder auch Torsion aufnehmen

Kleinere V-Stellung

Direkte Bodensicht

Haubenkonstruktion aus ebenem Plexiglas

#### 1.2.2 Tiefdecker

Leichteste Struktur im Vergleich zu einem freitragenden Hochdecker

V-Stellung

Bodeneffekt

#### 1.2.3 Ente

Nicht Gegenstand dieses Lehrgangs

Nur Nachbau einer erfolgreichen Konstruktion

Risiko ist groß unerwünschte Flugeigenschaften zu erzielen, siehe e-go in UK

Keine Landklappen möglich

#### **1.2.4 Nurflügler**

Nicht Gegenstand dieses Lehrgangs

„Vorteil“ Widerstandsminderung wegen fehlendem Leitwerk wird mit größerer Fläche erkaufte

Längsstabilität durch Pfeilung; sehr eingeschränkt

Erfahrungen mit SB13

Keine Landeklappen möglich

#### **1.2.5 Doppeldecker**

Leichte Bauweise möglich

Hoher aerodynamischer Widerstand

Schlecht zerlegbar zum Transport

Blech-Bausatz DINGO (120 kg) aus Tschechien verfügbar

#### **1.2.6 Himmelslaus**

Vorderflügel drehbar

Hoher Auftriebsbeiwert erzielbar

Baupläne in Frankreich verfügbar

### **1.3 Komponenten**

#### **1.3.1 Flügel**

Holm, Hilfsholm

Torsionsnase

Vollbeplankt

Bespannt

Verbindung mit Rumpf über Querkraftanschluss

Einfluss Flügelstrebe

Querruder; Steifigkeit der Steuerung

Landklappen

Winglets

### **1.3.2 Rumpf**

Anschluss Flügel und Leitwerk

Kraftstofftank

Gepäckfach

Transportfähigkeit

Montage und Demontage Flügel

Anklappmechanismus für Flügel

Bodenabstand Propeller

Anschluss Rettungsgerät

Notlandefälle; Sicherheitsgurte

### **1.3.3 Fahrwerk**

Spornrad

Bugrad

Mittelrad-Fahrwerk

Bremse

Federung, Dämpfung

Fahrwerksbügel

### **1.3.4 Leitwerk**

Kräfte im Flug

Höhenleitwerksvolumen

Demontierbarkeit

Seitleitwerksvolumen

Steifigkeit der Steuerung

### **1.3.5 Trimmung**

Flettner

Verstellung HLW

### **1.3.6 Cockpit**

Pilot muss bequem Platz haben!

Sicht

Erreichbarkeit Knüppel und andere Bedienelemente

„Uhrenladen“; Mindestausstattung

Glascockpit

### **1.3.7 Steuerung**

Stangensteuerung

Seilsteuerung

Lagerstellen; Umlenkhebel

Steifigkeit

## **1.4 Schwerpunktlage; Längsstabilität**

Bedeutung für Längsstabilität

Abschätzung Neutralpunktlage

Vorläufiger Schwerpunktbereich

Positionsliste

Berechnung der Bezugsflügeltiefe

Einfluss durch Tankentleerung und Gepäck

Schwerer und leichter Pilot/Gast

## **1.5 Motor und Propeller**

Verbrennungsmotor: Zweitakt, Viertakt, Wankel, Turbine

Elektro-Antrieb (1 Stunde Mindestflugzeit)

Li-Ion-Akku

Zuverlässigkeit

Motorträger

Dämpfung der Vibration

Fest-Propeller; Wirkungsgradverlauf

Drehzahl und Leistung

Wahl des optimalen Arbeitspunktes bei Festpropeller

Einfluss Propeller-Massenträgheitsmoment auf Untersetzung

Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle; Schwungrad auf der Kurbelwelle

Messung Massenträgheitsmoment des Propellers

Untersetzung

Teilleistung; Abschätzung Verbrauch

Reichweite

Lärmemissionsmessung

Leistungsmessung mit Balkenpropeller

Kritische Drehzahlen bei einer Fernwelle

## **1.6 Aerodynamik**

### **1.6.1 Überziehggeschwindigkeit**

Grenzen durch LTF-UL2020

Grenzen durch „normale“ Grasplätze

Landeklappen

Vortex-Generatoren

Einfluss durch Profil

### **1.6.2 Profilauswahl**

Auswahlkriterien

Datenbanken

Herstell-Toleranzen

Besonderheit bei bespannten Profilen

2D- und 3D-Eigenschaften

Berechnung der 2D-Eigenschaften mit XFLR5

Windkanalmessungen

### **1.6.3 Spannweite**

Streckung

Einfluss auf Flugleistungen

Grundrissform

Struktur

Gewicht

Einfluss der Verwindung

### **1.6.4 Aerodynamischer Widerstand**

Profilwiderstand

Induzierter Widerstand

Interferenzwiderstand

Rumpf

Leitwerk

Fahrwerk

Streben

Einfluss Anstellwinkel

### **1.6.5 Flügelschränkung**

Überziehverhalten

### **1.6.6 Flugleistungen**

Abschätzung

Statistik von ähnlichen Modellen

## **1.7 Bauweise**

Metall (Blech)

Holz

Gemischt mit geschweißtem Stahlrohrumpf

Faser-Kunststoffverbund GFK und CFK

## 2 Detailentwurf

### Einschränkung auf einen Flugzeugtyp

Es ist nicht möglich in wenigen Tagen für alle Bauweisen die erforderlichen Vorgehensweisen zur Dimensionierung zu behandeln. Es wird stellvertretend an einem Beispiel gezeigt, wie der Ablauf für ein 120-kg-Flugzeug in Faserkunststoffverbund-Bauweise aussieht. Viele grundsätzliche Überlegungen lassen sich auch auf andere Bauweisen übertragen.

## 3 Lastannahmen

Erforderlich für die Dimensionierung und Belastungstest; gilt für alle Bauweisen

Nur bedingt übertragbar auf andere Bauvorschriften

Zum überwiegenden Teil stammen Lasten aus Flugmanövern und Böen

## 4 Dimensionierung

Dimensionierung für die Konstruktion erforderlich, wird aber nicht als Nachweis anerkannt

Bei Einzelstück: Dimensionierung dient als Nachweis für Festigkeit bei rechnerischer Bruchlast, um damit Materialermüdung abzudecken, aber auch um bei einem Belastungstest genügend Reserven zu haben.

Beispiel Holmdimensionierung

Berechnung der Längs- und Schubspannungen

Schubspannung durch Biegung

Schubspannung durch Torsion

Abschätzung der kritischen Knick- und Beulspannung

## 5 Herstellung

## **6 Belastungstest und Bodenerprobung**

## **7 Flugerprobung**