



## Entwicklung des Fussstart-Leichtsegelflugzeugs Archäopteryx an der Zürcher Hochschule Winterthur

Seit Otto Lilienthals historischem ersten Flug eines Menschen vor 110 Jahren hat das Problem des sicheren Fussstarts die Ingenieure immer wieder beschäftigt. Der Traum, es den Vögeln gleich zu tun, also ein Segelflugzeug zu Fuss starten, kann heute mit durchdachtem aerodynamischem Konzept und modernen Leichtbauweisen realisiert werden. Ein solches Leichtsegelflugzeug zu entwickeln, welches Dank der Fussstartfähigkeit als Hängegleiter klassifiziert wird, ist das Ziel des Projekts Archäopteryx. Dabei sollen, trotz ausgesprochen niedriger Minimalfluggeschwindigkeit, viel höhere Flugleistungen als bei heutigen Hängegleitern üblich erreicht werden, d.h. Flugleistungen zwischen Segelflugzeug und Hängegleiter und dies alles bei einem extrem tiefen Leergewicht von 40 kg.

Das Anforderungsspektrum an ein sicheres Segelfluggerät mit tauglichen Fussstarteigenschaften ist sehr umfassend. Einerseits müssen für den Startvorgang, für das enge effiziente Steigen in der Thermik sowie für sichere Landungen auf kleinen Hängegleiter-Landeplätzen extrem geringe Geschwindigkeiten bei sehr unterschiedlichen Gleitwinkeln fliegbar sein. Andererseits wünscht sich der Pilot für Gleitstrecken ein grosses Geschwindigkeitsfenster mit hoher Gleitleistung. Ein geringes Gewicht ist für den geforderten sicheren Fussstart von zentraler Bedeutung.



Das nun realisierte aerodynamische Konzept erlaubt sehr geringe Fluggeschwindigkeiten, welche zwischen denen eines Deltaseglers und eines Gleitschirms liegen. Der Archäopteryx kann durch den Piloten sicher zu Fuss gestartet werden, das dafür konzipierte Cockpit und das geringe Leergewicht kombiniert mit der niedrigen Minimalfluggeschwindigkeit ermöglichen dies.

Als Grundlage für die Flugzeuggeometrie und -struktur dienten Konzeptstudien aus der ZHW Projekt- und Diplomarbeit von Roger Ruppert von 1998. Speziell für diese Studien wurde vom beratenden Ingenieurbüro Peter Frei, welches 1998 die Idee zur Projektarbeit lieferte, ein neues Flügelprofil mit Wölbklappen rechnerisch entwickelt und optimiert.

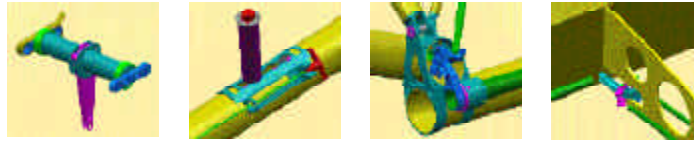
Der Hauptflügel des Archäopteryx besteht aus einer torsionssteifen D-Box mit integriertem Hauptholm und anschliessender Rippenstruktur welche mit einer Faserfolie bespannt ist. Für die Flügelschalen der D-Box wurde eine neue Bauweise entwickelt, welche keine Sandwichelemente enthält und schlagunempfindlich ist. Alle Rippenstrukturen, Schalen und Holme des Archäopteryx bestehen aus Kohlefaserverbundwerkstoffen.



Den hohen Anforderungen entsprechend mussten auch neue Herstellungsmethoden entwickelt werden.

In der Fotoüberlagerung: Die kurze Startstrecke beim Fussstart am Hang, auch bei Null Wind.

Einen grossen Aufwand erforderte auch die Entwicklung der Cage-Struktur des Cockpits mit seiner integrierten Steuerungsmechanik. Die Anforderungen sind vielfältig, muss doch die Ergonomie des Ein- und Aussteigens, des Anhebens auf die Pilotenschultern, des gesamten Fussstartprozedere sowie einer günstigen Sitzposition während des Flugs mit einem genügend kleinen Transportmass sowie niedrigem Gewicht in Einklang gebracht werden.



Viele Bauteile des Cockpits und der Flügelstruktur wurden mit Hilfe von CATIA (3D-CAD) konstruiert. Dies erlaubte auch die kinematische Simulation aller für die Steuerung nötigen Mechanismen sowie die optimale Gestaltung hochintegrierter Bauteile, welche auf geringstes Gewicht ausgelegt wurden.



In statischen Belastungstests des Flügels mit dem Cockpit sowie des Rumpfrohrs mit den Leitwerksflächen wurden die rechnerischen Festigkeitsnachweise verifiziert und die Bauqualität überprüft.

#### Flugzeugdaten

Spannweite 13 m  
Flügelfläche 14 m<sup>2</sup>  
Länge 6 m  
Leermasse 40 kg  
Raketennotfallschirm,  
Sitzgurten 5 kg

#### Leistungsdaten

Minimalgeschwindigkeit < 30 km/h  
Maximalgeschwindigkeit 140 km/h  
Minimales Sinken < 0.6 m/s  
Beste Gleitzahl 24 - 29

#### Steuerungsbedienung

Quer- und Höhenruder  
mit Side-Stick rechts,  
Seitenruder mit Fusspedalen,  
Wölb- und Landeklappe  
mit Side-Stick links

#### Transport

3-teiliger Flügel,  
Cockpit, Rumpfrohr,  
Höhenleitwerk,  
Seitenleitwerk, Winglets  
in einem Anhänger

#### Weitere Infos zum Projekt

[www.zhwin.ch/archaeopteryx](http://www.zhwin.ch/archaeopteryx)

#### Kontakt

##### ZHW Leichtbautechnik

Postfach 805  
CH-8401 Winterthur  
Tel: 052 267 72 14  
Fax: 052 267 74 38  
[www.zhwin.ch](http://www.zhwin.ch)

-

##### Leiter Leichtbautechnik

Prof. Robert Kaeser  
Tel: 052 267 72 18/14  
Fax: 052 267 74 38  
E-mail: [robert.kaeser@zhwin.ch](mailto:robert.kaeser@zhwin.ch)

Der noch unbespannte Hauptflügel  
anlässlich erster „Gehversuche“ im Freien



-

##### Entwicklungsleiter Archäopteryx

Roger Ruppert  
Tel: 052 267 72 14  
Fax: 052 267 74 38  
E-mail: [roger.ruppert@zhwin.ch](mailto:roger.ruppert@zhwin.ch)