

**NUR EIN KLEIN**

wenig Wind macht die Schulterlast leicht. Dann hebt der 45-kg-Leichtsegler nach wenigen Schritten ab.



**NACH DEM STARTLAUF**  
hängt sich der Pilot in seine Hängematte und hat es für Stunden bequem.



**ARCHÄOPTERYX AUS DER SCHWEIZ**

# Segelfliegen neu entdecken

Unabhängig starten, aufsteigen in engster, bislang nur Gleitschirmen und Drachen vorbehaltenen Thermik, aber so sicher fliegen wie mit einem Segelflugzeug – diesen Traum hat eine Gruppe Schweizer mit dem Archäopteryx verwirklicht.



Fotos: Kueser (2), Dragan (2)

**DIE ERSTEN STARTS** wurden noch mit unverschaltetem Cockpit absolviert.



Es war eine Idee von Peter Frei und vor allem der Traum von Roger Ruppert, Gleitschirmflieger und 1998 vor dem Abschluss seines Maschinenbaustudiums. Er wollte einen Segler, mit dem sich schwächste, bis dahin kaum auswertbare Aufwinde ausfliegen lassen. Dieser Segler sollte konventionell wie ein Segelflugzeug zu steuern sein, dazu deutlich bessere Leistungen und mehr Sicherheit als ein Drachen bieten und sich dennoch flugplatzunabhängig im Fußstart in die Luft bringen lassen. Im Archäopteryx – der Name zitiert den Urvogel, das erste fliegende Wesen als den Traum vom Fliegen schlechthin – haben sie die Vision wahr gemacht.

Inzwischen hat der Archäopteryx über 200-mal mit den verschiedensten Piloten abgehoben und war über 140 Stunden in der Luft. Erprobt wurden der Fußstart, der Gummiseilstart ohne fremde Hilfe, Autoschlepp, Windenstart und F-Schlepp. Ganze 46 kg bringt das High-Tech-Gerät mit seinem dreiteiligen Flügel von 13,5 m Spannweite auf die Waage und ist damit einfacher zu starten als mancher zudem schwerere Starrflügel-Hängegleiter. Und die Landung endet hier nicht wie bei den Drachen in einem Sprint, sondern auf einem Rad. Aufbauen lässt sich der Archäopteryx mit wenigen selbstsichernden Bolzen in 15 Minuten von einer Person.

André Hediger, der als Testpilot die ersten Starts absolvierte, war sogleich begeistert: „Bereits beim zweiten Fußstart flog ich einen Zweistünder! An der Scheidegg zum Beispiel startete ich als Erster, wies den ersten Pfupf aus, dann kamen die Schirme nach. 45 Minu-



**DER ARCHÄOPTERYX** in seinem Element. Extremer Leichtbau ermöglicht Minimalgeschwindigkeiten von 30 km/h. Der Segler dreht dann mit einem Eigensinken von wenig mehr als 0,50 m/s.

ten flogen wir zu acht, dann sofften die Schirme ab. In feiner Thermik ist der Vogel sensationell."

Bis zu diesen ersten Flügen im Herbst 2001 musste viel Know-how im Faserverbund-Leichtbau erarbeitet und auch in der Auslegung manche Hürde genommen werden. Dass der Pilot etwa doppelt so schwer ist wie

sein Flugzeug und erst laufend, später sitzend die Schwerpunktage bestimmt, macht die richtige Auslegung eines fußstartfähigen, leichten Segelflugzeugs zusätzlich zur Herausforderung.

Die Voruntersuchungen stellte Roger Ruppert mit einer Projektarbeit zur Auslegung eines Starrflügel-Hängegleiters mit 12 m Spannweite und einem Strukturgewicht von nur 35 kg an. Die Steuerung dieses Seglers machte er zum Thema seiner Diplomarbeit.

Das Ergebnis war verlockend: ein fußstarttauglicher Segler, der auf der einen Seite mit extrem geringer Geschwindigkeit fliegen kann, auf der anderen Seite aber auch mit deutlich höheren Geschwindigkeiten als bekannte Starrflügel-Hängegleiter, und das dazu mit erheblich besseren Gleitleistungen. Die Konfiguration als Segelflugzeug vermied dazu die Probleme dieser Nurflügler und versprach in Sachen Steuerbarkeit und Sicherheit einen großen Entwicklungssprung.

Die Aussicht, mit solch einem komplexen technischen Entwicklungsprojekt in Neuland vorstoßen zu können, begeisterte und trug – entscheidend für die Realisierung – die finanzielle Unterstützung des Technikums Winterthur und dann der Zürcher Hochschule Winterthur (ZHW) ein. Prof. Robert Kaeser übernahm die Verantwortung für das



**AUFBAU AM BERG.** Die Einzelteile wiegen nur wenige Kilo, so dass das Flugzeug auch von einer Person allein montiert werden kann.

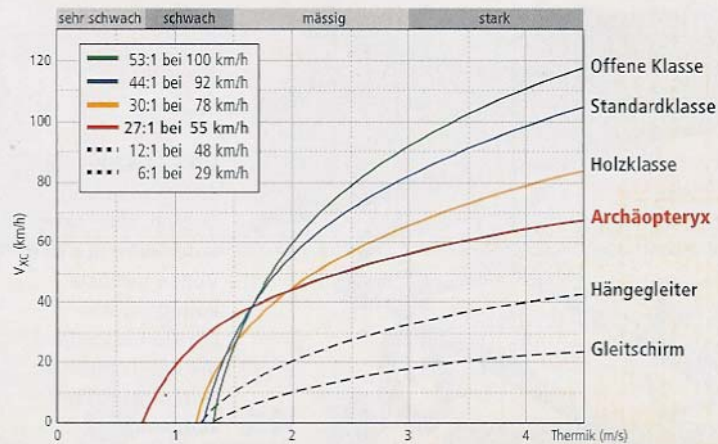
Fotos: Robert Kaeser; Diagramme: O. Liechti

Projekt, während die technische Leitung des Entwicklungsteams bei Dipl.-Ing. Roger Ruppert lag.

Das Tragflügelprofil mit einer über die gesamte Hinterkante reichenden Wölbklappe entwickelte das Ingenieurbüro Peter Frei. Realisiert wurde der Bau des Archäopteryx schließlich bei der Bucher Leichtbau AG in Wald unter Beteiligung von Vater Ernst Ruppert, Erbauer und Mitkonstrukteur der Canard 2FL, auf deren Basis er zusammen mit Günter Rochelt die Solair 1 gebaut hat. Das hängemattenähnliche Gurtzeug des Archäopteryx steuerte die High Adventure AG bei.

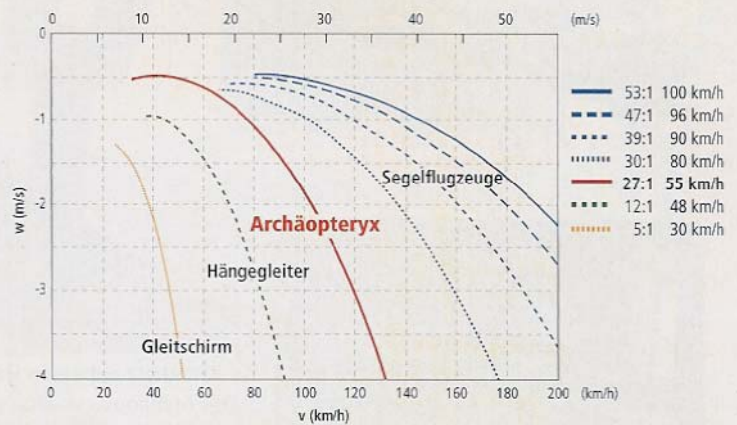
Der Flügel des Archäopteryx entstand in einer eigens entwickelten, schlagunempfindlichen Schalenbauweise, für die zugleich eine neue Herstellungsmethode erarbeitet werden musste. Die Erfahrung mit Composite-Leichtsandwichen hatte dazu geraten, denn extrem leichte und steife Sandwichschalen können mitunter durch lokale Querlasten bleibend eingebault werden, was aufwändige Reparaturen notwendig macht.

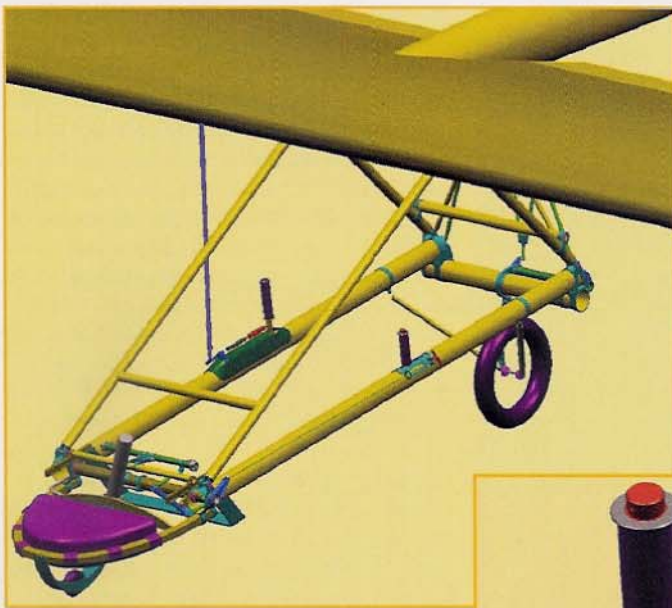
Die Torsionsnase des Archäopteryx-Flügels in Form einer dünnen, mit Stringern versteiften Kohlefaserschale (D-Box) ohne Sandwich liegt auf NC-gefrästen Rippen aus Kohlefaserverbund, die die Lasten in den integrierten Holm (CfK) einleiten. Die in



**REISE-  
GESCHWINDIGKEIT.**  
Überlandfliegen,  
wenn für Hänge-  
gleiter und Segel-  
flugzeuge längst  
nichts mehr geht.  
Der Archäopteryx  
nutzt selbst  
schwächste  
Thermik.

**MIT SEINER  
Geschwindigkeits-  
polare füllt der  
Archäopteryx  
die große Lücke  
zwischen Hänge-  
gleitern und  
Segelflugzeugen.**





**DAS COCKPIT im CAD-Programm.** Leichte, aber sehr aufwändig aus dem Vollen gefräste, komplexe Aluminiumschellen verbinden die Cfk-Tragrohre. Unten der Wölbklappengriff.



**LANDUNG** auf einen Hängegleiterplatz. Der Archäopteryx lässt sich extrem kurz landen. Ein großes Rad bildet mit einer kleinen Bugkufe das Fahrwerk.



## Kompakt Archäopteryx

Hersteller	IG Archäopteryx	
Muster	Archäopteryx	
Werkstoff	Cfk, Aluminium	

### Abmessungen

Spannweite	m	13,5
Flügelfläche	m <sup>2</sup>	14,0
Rumpflänge	m	6,0

### Massen

Rüstmasse	kg	46
Rettungssystem	kg	4,5
Max. Flugmasse	kg	150
Flächenbel., min.	kg/m <sup>2</sup>	8,21
Flächenbel., max.	kg/m <sup>2</sup>	10,71

### Leistungen

Höchstgeschw.	km/h	130
Min. Geschw.		
bei 135 kg	km/h	30
Min. Sinken		
bei 43 km/h	m/s	0,53
beste Gleitzahl		
bei 55 km/h		27
Startarten	Fußstart, Gummiseil, Autoschlepp, F-Schlepp, Windenstart,	

Spannweitenrichtung verlaufenden Stringer versteifen die Schale gegen zu starkes Beulen im Belastungsfall. Erst oberhalb eines Lastvielfachen von 2 g zeigen sich Beulen in den Feldern zwischen den Rippen. Im Gegensatz zu Beulen in Sandwichstrukturen verschwinden diese bei Entlastung wieder. Sie sollen die Aerodynamik nur unwesentlich beeinflussen. Im hinteren Bereich ist der Flügel mit einer Faserfolie bespannt.

Ausgelegt wurde die gesamte Konstruktion nach den Zulassungsvorschriften für Segelflugzeuge (JAR 22) mit entsprechend hohen sicheren Lastvielfachen. In statischen Belastungstests wurde dies auch überprüft. Die Lasten wurden mit Sandsäcken aufgebracht. Betrieben wird der Archäopteryx allerdings als ein Hängegleiter der FAI-Klasse 2.

Sehr aufwändig war die Entwicklung der Käfigstruktur des Cockpits mit integrierter Steuerungsmechanik. Für die Fußstarteignung musste berücksichtigt werden, dass der Pilot das Fluggerät erst einmal auf den Schultern trägt und dann aus seiner hängenden Lage in eine Sitzposition wechselt. Zugleich musste die Konstruktion leicht und für den Transport klein bleiben. Studiert wurde das Ganze an einem Mock-up aus Holz, das solange modifiziert wurde, bis schließlich alle Anforderungen erfüllt waren. Gefertigt wur-

de die Tragstruktur des Cockpits dann aus Kohlefaser-Verbundrohren. Die Verbindung zwischen diesen Rohren schaffen aus dem Vollen gefräste, komplexe Rohrschellen geringster Wandstärke aus einer hochfesten Aluminiumlegierung (7075-T6).

Die Steuerungs kinematik wurde dreidimensional am Computer simuliert und optimiert. Diese CAD-Modelle bildeten dann gleich die Basis der Steuerungssoftware für das Fräsen der Aluminiumbauteile.

Gesteuert wird der Archäopteryx mit einem Sidestick, der in das rechte Rohr der Cockpitstruktur integriert ist. Mit dem Steuerknüppel werden konventionell Querruder und Höhenruder bedient. Im linken Cockpitrohr befindet sich die Wölbklappensteuerung. Die Wölbklappe kann damit in einem Bereich von 25 Grad (für Start und Landung) und minus vier Grad für den schnellen Vorflug gefahren werden. Zum Steuern des Gleitwinkels bei der Landung kann der innere Klappenbereich bis auf 70 Grad gefahren werden, was steile Anflüge ermöglicht. Das Seitenruder wird mit Pedalen bedient.

Testpilot André Hediger: „Beim Start stellst du die Flaps auf die Position, bei der es am langsamsten fliegt. Das heißt, der Flügel baut bereits bei ganz tiefen Geschwindigkeiten so viel Auftrieb auf, dass du schnell vom Berg wegfliegen kannst. Sitzt du dann im Cockpit, fährst du die Wölbklappen ein und hast das sensationelle Gefühl, als stöße dich jemand von hinten – so schnell nimmt die Leistung zu.“

Der Erstflug erfolgte am 21. September 2001 allerdings im Autoschlepp auf dem Flugplatz Mollis, dann folgten Starts an der Winde und wenig später schon die ersten Fußstarts. In der anschließenden Flugerprobung wurden nur wenige Modifikationen notwendig. Die Rollrate wurde erhöht, das Seitenruder und der Klappenbereich für Kurzlandungen vergrößert. Das Cockpit wurde später verschalt.

Das Flügelprofil hat in dieser Flugerprobung das angestrebte sehr gutmütige Abreißverhalten gezeigt. Und es konnte – für den Fußstart wichtig – eine gute Längsstabilität über den gesamten Schwerpunktsbereich, sowie eine ausreichende Steuerbarkeit selbst bei geringsten Geschwindigkeiten erzielt werden. Das Wölbklappensystem hat sich als sehr effizient erwiesen, für die Landung kann der Gleitwinkel auf 5:1 verringert werden.

Damit hat der Archäopteryx ein Stadium erreicht, das mit serientauglich umschrieben werden kann. Nur ist die verwirklichte Tragstruktur derzeit industriell nicht zu marktgerechten Preisen zu fertigen. Für eine Serienfertigung müsste sie weiter entwickelt werden. Als Minimalverkaufspreis könnten 22 000 Euro erreicht werden.

Gerhard Marzinzik