



Deutschland 14,90 Euro • Österreich 16,90 Euro  
Schweiz 29,00 CHF • Belgien 17,00 Euro • Luxemburg 17,00 Euro

**NEU**

**e**

Ludwig Retzbachs  
**Elektroflug** Nr. 1/11  
Magazin

www.elektroflug-magazin.de

1,8-Kilowatt-Trio in Do-24  
**Wasserspiele**

Ladestromquellen auf dem Flugplatz **Basiswissen: Zweimotorige**

**12s-Heli des Meisters** News aus der Elektrobranche

Vergleich: Mini Hawk, Bizzard, Mini Excel **Motorkrähe von aero-naut**

**Übersicht: Klapptriebwerke** 1 Modell, 3 Motoren – Maexi von robbe

**Elektroflug mannttragend: Elektra One**

Rohstoffkrise: Seltene Erden



Zu gewinnen  
3 x Umrüstset von  
**Weatronic**  
2.000,- Euro  
Gesamtwert

wellhausen  
&  
marquardt  
Mediengesellschaft

Der folgende Bericht ist in  
Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin,  
Ausgabe 01/2011 erschienen.

www.elektroflug-magazin.de



Text: Ludwig Retzbach  
Fotos: Mario Bicher, Ludwig Retzbach, Birgit Weissenbach

# Elektra One

## (R)evolution bei den Manntragenden

Der *Jungfernflug des ersten manntragenden Elektromotorflugzeugs* lief wahrlich stilgerecht ab: Er geschah in aller Stille. Nicht allein wegen des fehlenden Motorgeräuschs. Beinahe unbemerkt hatte Jon Karkow – Testpilot der ELEKTRA ONE – am 19. März 2011 kurz vor seiner Rückreise in die USA eine Regenglücke genutzt, *um Geschichte zu schreiben*.



**Video zum Bericht auf**  
[www.elektroflug-magazin.de](http://www.elektroflug-magazin.de)



Foto: Jean-Marie Urtacher/Info-Pilote

Entwickelt wurde die Elektra One von dem im süddeutschen Nesselwang lebenden Calin Gologan. Der Diplom Ingenieur (TU) für Luftfahrt und Flugzeugbau, der nach seinem Studium an der Technischen Universität in Bukarest schon für diverse große Luftfahrtunternehmen – unter anderen Grob Aerospace und EADS – gearbeitet hat, finanzierte sein Ultraleicht-Projekt weitgehend aus eigener Tasche. Seine Ziele – hier auszugsweise – sind dennoch ambitioniert:

- Über drei Stunden Flugdauer
- Mehr als 400 Kilometer Reichweite
- 160 Stundenkilometer Reisegeschwindigkeit
- Minimaler Lärmpegel (Reiseflug-Propellerdrehzahl bei 1.400 Umdrehungen pro Minute)
- Betriebskosten unter 35,- Euro je Stunde oder 20 Cent pro Kilometer

In Verbindung mit einem ebenfalls von Gologan konzipierten Solar-Hangar soll ein CO<sub>2</sub>-emissionsfreies Fliegen möglich werden.

Bei einem so revolutionären Experiment geht es erst mal um das Grundsätzliche. Deshalb wollte man kein unnötiges Risiko eingehen und enga-



**Der rückseitenmontierte Außenläufer von Geiger Engineering leistet kurzzeitig 16 Kilowatt**

gierte den prominenten Testpiloten aus Amerika, der dort auch schon mit Steve Fosset um die Welt geflogen war. Bewusst verzichtete man auf „Feinheiten“ wie Verstellpropeller oder Einziehfahrwerk. Beim Erstflug stieg die einsitzige Maschine mit etwa zwei Meter pro Sekunde nahezu lautlos auf über 500 Meter Höhe und kreiste eine halbe Stunde über dem Flughafen Augsburg. Bei dieser mit Bravour bestanden Leistungsprüfung verbrauchte der Außenläufermotor nur etwa 3 Kilowattstunden – die Hälfte der in den Lithium-Ionen-Akkus gespeicherten Energiemenge. Mit einem verbesserten Zweiblattpropeller mit verstellbarem Pitch erhofft man sich eine um 50 Prozent verbesserte Steigleistung und einen weiter optimierten Reisestromverbrauch, zu dem auch ein künftig einziehbares Fahrwerk seinen Beitrag leisten soll.

### Technologischer Schulterschluss

Wer als „Nur“-Modellflieger Gelegenheit bekommt, einen Blick in den Technikbereich



**Mario Bicher, Chefredaktion, zeigt das Spezialladegerät, mit dem die LiPos der Elektra One geladen werden**



**Bewusst hat der Spinner einen geringen Überstand, um Unterdruck zu erzeugen, der die Luft aus dem Motor saugt**

### 4. Revolution

Das Elektra One-Projekt verfolgt das Konzept der so genannten 4. Revolution, die im Kern die Idee einer Energie-Autonomie für mobile Fahr- und Flugzeuge verfolgt. Das Ziel ist ein CO<sub>2</sub>-armer oder besser -neutraler Energieverbrauch, der durch effiziente Antriebe und dem Ausnutzen regenerativer Energiequellen ermöglicht wird. Diese sind zudem dezentral organisiert. Energie wird regenerativ, zum Beispiel über Windkraft und Solarstrom lokal produziert und dort genutzt. Der damit einhergehende industrielle Strukturwandel markiert die 4. Revolution.



## NASA Greenflight Challenge

Im Sommer 2011 findet in Kalifornien, USA der nächste Wettbewerb statt, dessen Sieger eine Prämie von 1,5 Millionen Dollar erhält. Das Ziel lautet, eine Distanz von 100 Meilen (umgerechnet 161 Kilometer) bei einem Verbrauch von unter 17 Kilowatt pro Stunde zurückzulegen.

der Elektra One zu werfen, darf sich hier auf Antrieb zuhause fühlen. Der 14s-LiPo-Akku stammt von Kokam. Mit einer Ladespannung von 58 Volt bleibt man so im ungefährlichen Kleinspannungsbereich. Derzeit verwendet man aus Gründen der Sicherheit noch so genannte High-Power-Density-Typen mit 60 Amperestunden (Ah) Nennkapazität, die es nur auf etwa 140 Wattstunden pro Kilogramm (Wh/kg) Batterie-

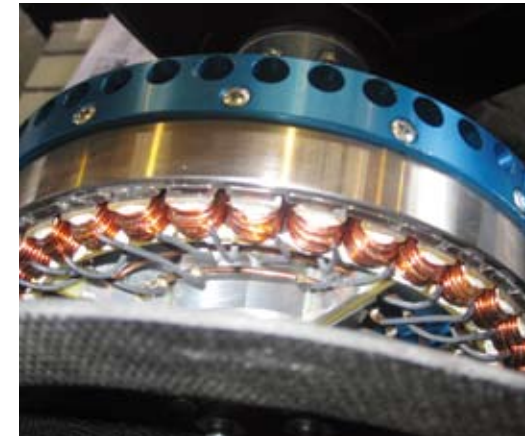
gewicht bringen. Künftig sind energieoptimierte Akkus aus dem Laptopbereich geplant, die mit bis zu 240 Wh/kg mehrstündige Flugzeiten ermöglichen. Wie man sieht, feiern hier die im Modelbereich so hoch gehandelten C-Raten keine Zahlenorgien. Vielmehr setzt man auf Stromquellen mit hohem Energieinhalt. Wenn gewünscht, können dann mehrere Zellenpacks parallel geschaltet werden.



Anfang März 2011, Calin Gologan freut sich gemeinsam mit seiner Frau Dr. Birgit Weissenbach auf den bevorstehenden Erstflug seines „Babys“

## „Nicht umsonst kommen viele meiner Kooperationspartner aus dem Bereich Modellbau und Elektromodellflug“

Calin Gologan, Projektleiter



Einsichten in den Außenläufer von Geiger Engineering

Auch der im vorderen Rumpfboden untergebrachte Motorcontroller ist ein Altbekannter: Der Spin-200 Ampere-Regler von Jeti liefert eine hinreichend belastbare Basis, um mit einem deutlich ausgedehnten Kühlkörper die beim Start notwendige Leistung von 16 Kilowatt (kW) zu kommutieren. Dafür bekam der Batterieraumdeckel eigens einen Lufteinlass spendiert, der über einen dicken flexiblen Luftschlauch für den nötigen Kühlluftstrom sorgt.

Selbst der Motor ist für den Modellflieger kein Unbekannter. Der kurz bauende Außenläufer verfügt über einen Stator mit 36 Nuten, um den



Wer gut kühlt, der gut fliegt! Am Batterieraumdeckel befindet sich der Lufteinlass für den Motorcontroller

## Interview Aufbruch in ein neues Zeitalter

Treibende Kraft des Elektra One-Projekts ist Dipl. Ing. Calin Gologan von PC-Aero. Im Exklusiv-Interview für **Ludwig Retzbachs Elektroflug Magazin** erklärte er seine Ideen und Motive, wie es zum ersten manntragenden Elektromotorflugzeug kam.

Sie haben bereits bei mehreren renommierten Firmen an großen Industrie- und Forschungsprojekten mitgewirkt. Welches waren die bisher wichtigsten Stationen in ihrem beruflichen Leben? Für mich war die wichtigste Station bei Grob. Dort waren Flexibilität und Vielseitigkeit gefragt, wodurch ich innerhalb kürzester Zeit sehr viel gelernt habe. Toll fand ich vor allem die Mitarbeit am Höhenflugzeug Strato

2C. Meine Verantwortung lag bei der Flugmechanik und -simulation sowie bei den Belastungsversuchen. Besonders stolz bin ich, dass ich an diesem wichtigen Forschungsflugzeug für die Umwelt mitgewirkt habe. Das war vor fast 20 Jahren, hat aber bis heute bei mir eine Sensibilität für umweltfreundliches Fliegen hinterlassen.

Auch der Testpilot des Strato 2C, Einar Enevoldson, ist nach 20 Jahren für Ihr Elektroflugzeug Elektra One verantwortlich ...

... ja, das stimmt. Einar ist Leiter unserer Mannschaft PC-Aero, das mit der Elektra One an der NASA-Green-Flight-Challenge 2001 im Sommer in den USA teilnimmt.

Wann hat Sie erstmalig der Gedanke an die Konstruktion und Realisierung eines personentragenden Elektroflugzeugs beschäftigt?

Ich beschäftigte mich in den vergangenen Jahrzehnten intensiv mit den Entwicklungen des Deutschen Günther Rochelt und des Amerikaners Paul McCready. Beide haben schon vor langer Zeit Elektroflugzeuge in Verbindung mit Solarzellen entwickelt. Sie sind für mich die Pioniere in diesem Bereich. Die Initialzündung für die Konstruktion eines personentragenden Elektroflugzeugs erfolgte dann vor zwei Jahren auf einer Ausstellung für Paraglider und Drachenflieger. Dort sah ich eine Elektromotoreinheit, die gerade mal 16 Kilogramm wog.

Was folgerten Sie daraus?

Wenn man mit 16 Kilogramm einen Drachen in die Luft bringen kann, dann kann man auch ein Ultraleichtflugzeug mit weniger als 50 kg in die Luft bringen. Zu diesem Zeitpunkt habe ich erkannt, dass die Technologie für Elektroflug reif ist und, dass man vor allem ein UL-Flugzeug mit einer Elektromotoreinheit entwickeln kann. Nach dieser Erkenntnis habe ich angefangen zu rechnen und zu zeichnen. Nach rund sechs Monaten lag die Gesamtauslegung meiner Elektra One auf dem Tisch.

Welche Voraussetzungen mussten von Seiten der Antriebstechnik erfüllt sein, damit das Projekt realisiert werden konnte?

Die Antriebstechnik, also der Motor, Regler und Batterien, müssen unbedingt leicht sein. Nur so schaffen wir es, über drei Stunden zu fliegen. Das war übrigens von Anfang an mein Ziel. Für die Realisierung meines Projekts sind neben einer zuverlässigen Antriebstechnik noch eine perfekte Aerodynamik und eine leichte Struktur ausschlaggebend.

Gab es technische Umfeldbereiche, aus denen sie in besonderer Weise Anregungen bezogen haben?

Ja, der Modellflugsport. Da sind Elektroantriebe schon lange Standard und beherrschen den Markt. In dieser Szene existiert inzwischen ein enormes Knowhow. Dann kommen

die Paraglider und Drachenflieger. Für mich ergeben sich daher folgende Entwicklungsstufen für Elektroflug: Modellflugzeugbau, Paraglider und Drachenflieger – und jetzt kommen die ULs. Insbesondere die Modellflugzeug-Konstrukteure bauen beachtlich leichte Strukturen. Die arbeiten unglaublich sauber und haben Respekt für Gewicht. Nicht umsonst kommen viele meiner Kooperationspartner um die Elektra One aus diesem Bereich.

Trägt die Elektra One zur Akzeptanz des Flugsports in der Breite bei? Mit drei Punkten möchte ich die Akzeptanz steigern: Erstens: Bei meiner

(Fortsetzung nächste Seite)



## Vielseitig

Die Elektra One wurde bewusst als Mehrzweckflugzeug angelegt. Beispielsweise eignet sie sich für den Einsatz zur Luftvermessung oder Luftüberwachung. Unbemannt kann sie in großen Höhen – bis 20 Kilometer über dem Boden – operieren.



Dieser Modellbau-Motorcontroller bildet die Basis für die Motorsteuerung der Elektra One

## Kontakt

PC-Aero  
Buchenweg 3  
87484 Nesselwang  
Internet: [www.pc-aero.de](http://www.pc-aero.de)



Spartanisch ausgestattetes Cockpit

sich ein Rotor mit 42 Magnetpolen dreht. Drei in Reihe geschaltete 12-nut- / 14-pol-LRK-Motoren, wenn man so will. Der bei der Firma Geiger Engineering ([www.geigerengineering.de/avionik/elektroantriebssystem/](http://www.geigerengineering.de/avionik/elektroantriebssystem/)) von Dr. Ing. Werner Eck entwickelte Antrieb hat seine Tauglichkeit bereits bei selbst startenden Hängegleitern bewiesen. Für die Elektra One musste er lediglich etwas „getunt“ werden. Das nur 4.700 Gramm schwere Triebwerk mit 218 (Millimeter) mm Rotordurchmesser und nur 81 mm Länge – n spez = 44 Umdrehungen in der Minute pro Volt (U/min/V) – leistet 13,5 kW und bringt es kurzzeitig beim Start auf 16 kW. Der maximale Wirkungsgrad des Energiewandlers wird mit realistisch anmutenden >93 Prozent angegeben. Dadurch, dass der Motor an der Rumpfspitze hinter der Propellernabe quasi freiliegt, wird

er hervorragend gekühlt. Im Flug dreht der Propeller mit 2.050 U/min.

## Maßgeschneidert

Trotz aller Entwicklungserfolge im zurückliegenden Jahrzehnt ist der Elektroantrieb natürlich immer noch auf ein angepasstes Flugzeugkonzept angewiesen. Das Gologan-Baby Elektra One kann hier beispielsweise auf ein ausgeklügeltes Leichtbaukonzept verweisen. Die Maschine, bestehend aus Glasfasergewebe mit einzelnen Kohlefaserversteifungen, wiegt inklusive Motor und Propeller noch nicht einmal 100 kg. Sie kann trotzdem bis zu 110 kg Batterien und weitere 100 kg Nutzlast transportieren.

Die Elektra One ist erst ein viel versprechender Anfang in der mantragenden Luftfahrt. Die bisher gemachten Flugerfahrungen haben die Richtigkeit des Konzepts in vollem Umfang bestätigt. Mehrsitzige Projekte wie Elektra Two und Elektra Four sind bereits geplant. Angenehm fällt auch auf, dass man es bei dem Versuchsflugzeug Elektra One keineswegs mit einer rein zweckorientierten „Luftkuh“ zu tun hat. Vielmehr überzeugt sie auch mit einem attraktiven



Calin Gologan (rechts) im Gespräch mit Ludwig Retzbach

Elektra One veranschlage ich sehr niedrige Betriebskosten. Das ist vor allem für Flugsportvereine interessant. Zweitens hat das Flugzeug einen niedrigen Lärmpegel von gerademal 50 Dezibel. Das ist zweimal leiser als ein UL mit Verbrennungsmotor und etwa fünfmal leiser als ein Motorflugzeug. Und drittens: Die CO<sub>2</sub>-Emission in Verbindung mit einem Solar-Hangar ist gleich Null.

Markiert die Elektra One schon den Beginn der Öko-Ära im Verkehrsflug? In gewisser Weise schon. Die Elektra One ist die Technologieplattform für

meine Flugzeugfamilie, dem Zweisitzer Elektra Two und dem Viersitzer Elektra Four. Ich zeige aber ein Gesamtsystem, bestehend aus Elektroflugzeug, Solar-Hangar und Energie. Nebenbei gesagt, bieten wir dieses System für unter 100.000,- Euro an.

### Und der Verkehrsflug?

Wir befinden uns momentan im Bereich Elektroflug bei UL-Entwicklungen. Aber die ist die Basis für einen künftigen kommerziellen Einsatz. Ich schätze, dass in zirka zehn Jahren die ersten kommerziellen Elektroflugzeuge auf den Markt kommen, zum

Beispiel das Elektro-Taxi. Es wird aber noch rund 30 Jahre dauern, bis die ersten Elektro-Verkehrsflugzeuge als Ersatz für die jetzigen Turboprops fliegen werden.

### War es schwierig, einen geeigneten Testpiloten für den Erstflug zu finden?

Nein. Einar Enevoldson hat mir gleich Jon Karkow als Testpilot empfohlen. Er ist weltweit einer der besten Testpiloten und Flugzeugentwickler. Er konstruierte beispielsweise das Flugzeug Virgin Global Flyer, das mit Steve Fossett in weniger als 70 Stunden rund um die Welt flog.

## Technische Daten

Spannweite	8,6 m
Flügelfläche	6,4 m <sup>2</sup>
Flugzeuggewicht ohne Akkus	100 kg
Maximalgewicht	300 kg
Maximale Motorleistung	16 kW (ca. 22 PS)
Maximale Nutzlast	100 kg
Reisegeschwindigkeit:	160 km/h
Maximale Reichweite	500 km
Maximale Flugdauer	über 3 Stunden
Akku	14s-LiPo von Kokam, 2p 60 Ah parallel
Motor	Außenläufer 36-nut / 42-pol
Erstflug	19. März 2011



Dem einsitzigen mantragenden Elektromotorflugzeug sollen später ein optisch ähnlicher Zwei- und ein Viersitzer folgen

Design. Nun ja, was gut aussieht fliegt auch gut. War dies nicht schon immer so?

Im Sommer will Calin Gologan mit seiner Elektra One an der NASA-Greenflight-Challenge in den USA teilnehmen. Der Wettbewerb ist mit 1,5 Millionen Dollar dotiert. Wie er uns gegenüber anvertraute, ist er sehr zuversichtlich: „Wir haben gute Chancen, ihn zu gewinnen.“



In Folie gepackt und sicher verzurrt: die Kokam-Akkus