

**ELEKTROMOTORSEGLER ANTARES**

# Mit Akkus Schub bis

Das dürfte der Durchbruch sein für den **Elektromotorsegler**: Mitte 2001 wird die erste Antares fliegen und dann gleich den Erprobungsträger LF-20E, mit dem der High-Tech-Elektroantrieb inzwischen über zwei Jahre erfolgreich im Einsatz steht, in der Motorflugleistung deutlich in den Schatten stellen. Lange Flugzeugbau stellt noch in der Entwicklungsphase der Antares auf eine neue Generation von **Lithium-Ionen-Akkus** um.

Nicht mehr 1700 m sind dann maximale Starthöhe, sondern gute 3000 m!

Foto M: Morzinzik, Pixellab



# auf 3000 m



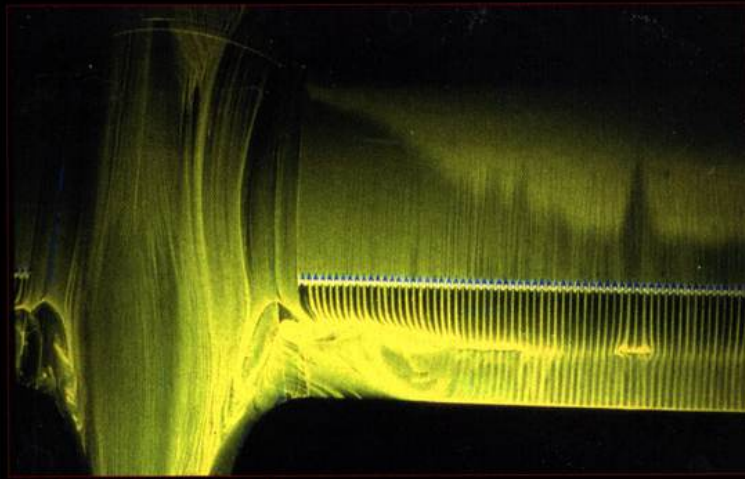
**NOCH VISION,**  
ab Sommer 2001  
Realität. Dann soll der  
Elektromotorsegler  
Antares zum Erstflug  
kommen.

Die Leistungsdaten sind einfach traumhaft. Axel Lange, Geschäftsführer und Chefingenieur von Lange Flugzeugbau: „Das hatte ich nicht einmal zu hoffen gewagt.“ Nach ausgiebigen Labortests der neuen hochstromfähigen Li-Ion-Zellen im Werk in Zweibrücken und dem rechnerischen Vergleich mit den längst abgesicherten Daten des Erprobungsträgers LF-20E (Metall-Hydrid-Akkus) werden sich mit der Antares bei 500 kg Flugmasse leicht 3000 m Starthöhe erreichen lassen. Maximal wären sogar 5,5 m/s als bestes Steigen möglich, was einen extrem Steigwinkel ergibt und wohl aus Sicherheitsgründen gar nicht empfohlen wird.

Mit der Motorlaufzeit wird die Steiggeschwindigkeit nur entsprechend der Charakteristik der Akkus abnehmen (Diagramm). Eine Dichtabhängigkeit wie bei Verbrennungsmotoren gibt es nicht. Auch bei einem Start von einem Hochgebirgsplatz steht damit die volle Leistung zur Verfügung.

Das Elektroflugkonzept – leise, vibrationsarm, ganz ohne Abgase und nahezu wartungsfrei mit hoher Zuverlässigkeit – ist in dieser Leistungskonfiguration einfach faszinierend. Der aerokurier hat das Konzept in der Ausgabe 1/2000 („Nach den Sternen gegriffen“) vorgestellt.

Natürlich benötigt ein Pilot eines motorisierten Segelflugzeugs auch allerseltenst eine Starthöhe von 3000 m. In der Praxis werden nach dem Start also rund 2000 Steigmeter im „Tank“ der Antares bleiben, ausreichend, um im Sägezahn-Verfahren selbst einen erheblich über hundert Kilometer entfernten Zielflugplatz zu erreichen.



RUMPF-FLÜGEL-ÜBERGANG im Windkanal – hier nicht optimiert. Der Ölanstrich macht die laminare und die verwirbelte Strömung sichtbar.

Nachteil des Elektromotorseglers bleibt das hohe Gewicht der Batterien im Flügel. Für Montage und Demontage ist deshalb eine spezielle Aufrüsthilfe notwendig.

Die Batterien gibt es natürlich auch nicht mit unbegrenzter Lebensdauer. Die Kapazität der Akkus nimmt mit der Zahl der Ladezyklen ab (Diagramm). Der Leistungsverlust hält sich aber in engen Grenzen. Entscheidend ist eher die zeitliche Lebensdauer. Der Hersteller gibt sie mit elf Jahren an.

Das Aufladen der Akkus macht im Übrigen lediglich eine Steckdose notwendig; das Ladegerät wird in der Antares integriert, so dass auch Wanderflüge ohne zusätzlich mitgeführte Infrastruktur möglich sein werden.

Der Elektroantrieb ist eine Seite des High-Tech-Seglens Antares, die andere die nicht minder ehrgeizige aerodynamische Auslegung. Konzipiert ist die Antares für 20 m Spannweite, das gibt ausreichend Flügelfläche für eine vertretbare

Flächenbelastung und zugleich eine hohe Streckung für gute Flugleistungen im Bereich der besten Gleitzahl. Mit den Eckdaten Flächenbelastung und Streckung bewegt sie sich im Feld der Konkurrenten mit Verbrennungsmotor.

Diese Eckdaten bildeten den einzigen Rahmen für Professor Loek M. Boermans an der TU Delft für die aerodynamische Auslegung der Antares. Herausgekommen ist ein Flügel mit superelliptischem (überelliptischem) Grundriss. Ideal für einen möglichst geringen induzierten Widerstand ist ein elliptischer Grundriss. Sein schmaler Außenflügel hätte aber geringe Reynoldszahlen gebracht, was wieder den Profilwiderstand verstärkt. Bei der überelliptischen Auslegung wurde dieser Effekt durch eine Rückpfeilung des Außenflügels vermieden. Nach den Rechnungen von Professor Boermans wird der im Langsamflug maßgebende induzierte Widerstand bis auf zu vernachlässigende 0,1 Prozent des

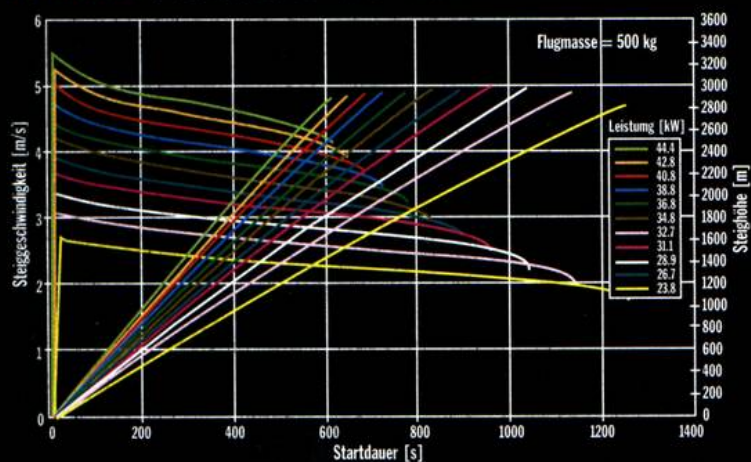
theoretisch erreichbaren Minimums reduziert. Weiterer induzierter Widerstand wird mit den Winglets eingespart. Beim 20-m-Flügel sind es fünf Prozent, beim 18-m-Flügel vier Prozent. Der zusätzliche Widerstand der Winglets soll sich dagegen erst bei Geschwindigkeiten negativ auswirken, die in der Praxis gar nicht mehr relevant sind.

Der Flügel hat im Außenbereich eine relativ große Tiefe behalten, was sehr gute Kurbeigenschaften ergibt. Die Antares wird langsam zu kurbeln sein. Auch der Erprobungsträger LF-20E, der auf einer DG-800 basiert, erhielt Ansatzflügel für 20 m Spannweite nach diesem Konzept. Axel Lange zu dessen Langsamflugeigenschaften: „Die LF-20E ist extrem gutmütig.“ Ein ähnliches Konzept ist auch im Supersegler eta zu finden, dort gibt es einen ganz markanten Tiefensprung im Außenflügel.

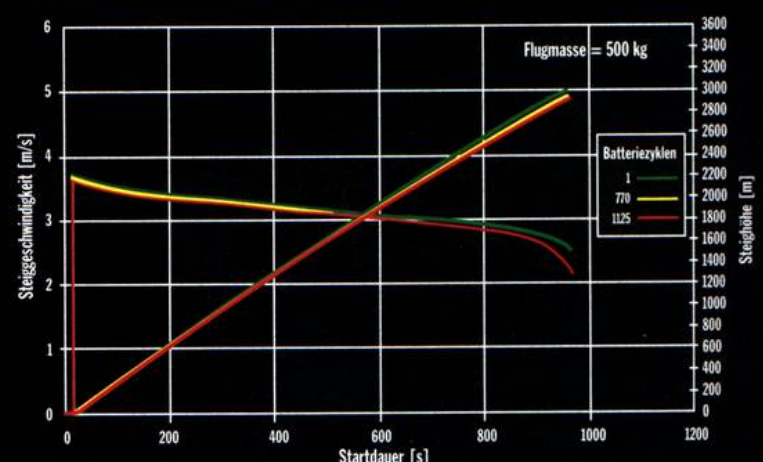
Die Vorderkante des superelliptischen Antares-Flügels ist stetig zurückgepfeilt. Das ist vorteilhaft für die Richtungsstabilität und Flatterverhütung. Die einzige gerade Linie im Flügel wird von der Aufhängung der Wölbklappe erzwungen.

Der Profilwiderstand wird mit insgesamt neun Profilen über die Spannweite niedrig gehalten. Vier stecken im Flügel-Rumpf-Übergang, einem wegen der Querströmungen vom Rumpf sehr problematischen Gebiet, und zwei in den Winglets. Für den Rumpf-Flügel-Übergang hat Prof. Boermans mit Hilfe eines Lösungsansatzes der TU Warschau eine Profilkombination gefunden, die ein frühes Umschla-

LEISTUNG STEIGWERTE UND HÖHE



AKKU ALTER UND LEISTUNG



## DAS ANTARES-SEITENLEITWERK

in der Optimierung. Hoher Aufwand für ein effektives, widerstandsarmes Leitwerk.



gen der laminaren Strömung vermeidet. Bei der Formenherstellung waren diese Profilierungen nur mit moderner Frästechnik realisierbar. Die ersten Flügel sind inzwischen eingelegt.

Der nur 12,7 Prozent dicke Flügel ist auf möglichst lange laminare (widerstandsarme) Laufstrecken optimiert. Auf der Unterseite bleibt die Strömung bis 95 Prozent der Flügeltiefe laminar! Als Turbulator zur Vermeidung von Ablöseblasen wird hier Zackenband verwendet. Auf der Oberseite werden bis zu 75 Prozent lange laminare Laufstrecken erreicht.

Die Profile wurden zugleich so ausgelegt, dass in den Schnellflug hinein eine deutlich breitere laminare Delle zur Verfügung steht als heute üblich. Das heißt, der Bereich der starken Widerstandszunahme im hohen Geschwindigkeitsbereich ist bei der Antares bis 210 km/h (480 kg Flugmasse) beziehungsweise 230 km/h (570 kg Flugmasse) rausgeschoben. Sie verfügt für den hohen Geschwindigkeitsbereich über eine zusätz-

liche Wölbklappenstellung (-3 Grad).

Beim Rumpf konnte eine für Motorsegler untypische, aber aerodynamisch günstige starke Einschnürung realisiert werden. Das gelang mit Hilfe der Druckpropelleranordnung. Die erlaubt einen weit zum Cockpit hin verlagerten Drehpunkt des Propellerturms und ein Versenken des großen Propellers (2 m) in einer engen Rumpfröhre. Eine Zugpropelleranordnung hätte sehr viel mehr Raum für die Segelflugkonfiguration erfordert.

Die flugmechanische Auslegung des Seitenleitwerks hatte Professor Wolf Röger an der Fachhochschule Aachen übernommen. Angestrebt war ein möglichst widerstandsarmes und zugleich hoch wirksames Seitenruder für das Gesamtziel eines wendigen Flugzeugs. An der TU Delft wurde überprüft, ob der Entwurf mit hoher Streckung und großer Rudertiefe die geforderten Leistungen bringt. Dabei wurde das Verhalten des Leitwerks bei verschiedenen Flugzuständen in Computerrechnungen mit dem Panelverfahren simuliert. Die Bilder zeigen die Wirbelschlepp hinter dem Leitwerk im Schiebeflug, die Farbenverteilung gibt die Druckverteilung wieder.

Sehr viel Augenmerk hat Axel Lange auf die passive Sicherheit gelegt. So wird das Fahrwerk serien-

mäßig mit Absorptionselementen ausgestattet, die ein Durchfallen aus vier Metern Höhe ohne Schaden möglich machen sollen! Die bestätigenden Crashtests stehen noch an. Das Cockpit selbst ist mit viel Know-how aus der Formel 1 und den Crashversuchen des TÜV Rheinland als Überlebenszelle konzipiert. Für eine Knautschzone (30 cm) wurde die Verlängerung der Rumpfspitze in Kauf genommen. Einen 45-Grad-Sturz auf Wiesen/Ackerboden soll das Antares-Cockpit damit bis 70 km/h sicher aushalten. Cockpits älterer Segelflugzeugmuster, das haben die Crashtests des TÜV gezeigt, schaffen das nur bis 30 km/h. Statt großer doppelstöckiger Bremsklappen werden kleinere aber höher ausfahrende dreistöckige verwendet, sie verursachen ebensoviel Widerstand zerstören aber weniger Auftrieb.

Schon zur aktiven Sicherheit ist die einfache Einhandbedienung des Triebwerks zu zählen, ebenso die Überwachungseinheit für Triebwerk und Flugzeug, die verbal Warnungen ausspricht, und nicht zuletzt der große Haubenausschnitt, der eine gute Sicht und einen schnellen Notausstieg ermöglicht.

Kein Wunder, dass die Antares bei den Piloten ankommt. Bis zur Werknummer 23 sind schon Kaufoptionen gezeichnet – zu je 19 500 Mark. Das sind rund zehn Prozent des Gesamtkaufpreises dieses High-Tech-Pakets, das dann auch schon alles Notwendige für den Praxiseinsatz – von den Winglets bis hin zum Kuller – enthält.

Gerhard Marzinzik



## KOMPAKT ANTARES

Hersteller Lange Flugzeugbau  
Flugplatz Zweibrücken  
www.Lange-Flugzeugbau.com  
Verwendung Wettbewerb, Wandern  
Besatzung 1

Antrieb  
Motor 42-kW-Elektromotor  
DC/DC brushless / Außenläufer  
Nenn Drehzahl 1500 min<sup>-1</sup>  
Propeller Zweiblatt-Festpropeller,  
Ø 2 m  
Batterien Lithium-Ionen

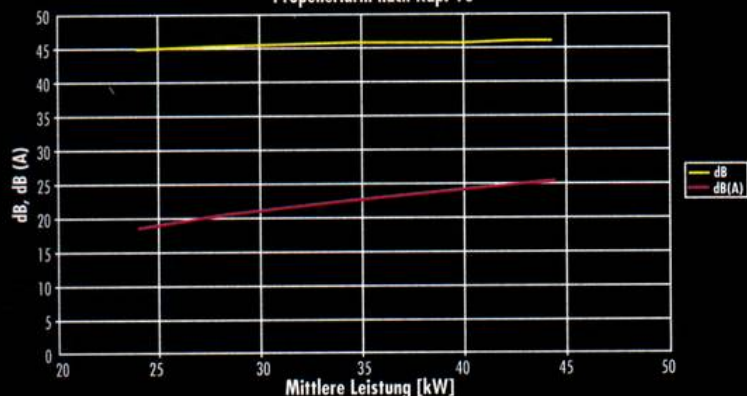
Abmessungen  
Spannweite m 18 20  
Flügelfläche m<sup>2</sup> 11,9 12,6  
Streckung 27,2 31,7  
Rumpflänge m 7,4 7,4  
Höhe m 1,45 1,45

Massen  
Rüstmasse kg 405 410  
max. Abflugmasse kg 570 570  
max. Flächenbel. kg/m<sup>2</sup> 47,9 45,2  
min. Flächenbel. kg/m<sup>2</sup> 39,9 38,1  
max. Wasserballast kg 100 100

Leistungen  
Höchstgeschw. km/h 270 270  
max. Steiggeschw.  
bei 500 kg m/s 4,4 4,4  
bei 570 kg m/s 3,8 3,8  
Steighöhe  
bei 500 kg m 3000 3000  
bei 570 kg m 2500 2500  
Mindestgeschw. km/h 73 71  
geringstes Sinken m/s 0,51 0,49  
beste Gleitzahl 52 56

## ANTRIEB PROPELLERLÄRM

Propellerlärm nach Kap. 10



## SICHERHEITSCOCKPIT.

Mit Stringer und Spanten erhält die Antares eine Sicherheitszelle wie ein Formel-1-Rennwagen.

