



Segelflugzeuge für die Forschung



VON FRANK-DIETER LEMKE
FOTOS: F.D.LEMKE, STADTARCHIV ULM, DLR

Oben: Antares 20E beim Start zum 161-km-Streckenflug um den Berblinger-Preis
Unten: Antares 18S/T

Einer der Gewinner des Berblinger-Preises 2011 ist Axel Lange aus Zweibrücken, der dafür sorgte, dass Antares inzwischen nicht mehr 600 Lichtjahre von der Erde entfernt ist, sondern bereits die Lufthülle der Erde erreicht hat.

Doch handelt es sich hier nicht um den hellsten Stern im Sternbild Skorpion, sondern um das Hochleistungssegelflugzeug Antares 20E der Lange Aviation GmbH, aus dem gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) das fliegende Labor Antares DLR-H2 entstanden ist. Dieses wiederum dient als Basis für die Entwicklung des zivilen Erderkunders und Überwachungsflugzeuges Antares H3. 1996 gründete Axel Lange seine Firma, die damals noch Lange Flugzeugbau GmbH hieß. Zwei Jahre zuvor war gemeinsam mit Joachim Lill als private Initiative der Bau einer DG-800 begonnen worden, deren Spannweite um zwei Meter vergrößert wurde und die weitere Änderungen an der Struktur erhielt, die insbesondere die Leermasse gegenüber dem Ausgangsmuster deutlich herabsetzten. Der Knüller jedoch war ihr Elektroantrieb mit einem 42 kW-

High-Tech-Motor und kompletter Steuerungselektronik, der auf dem Prüfstand 80 Stunden unter Volllast zuverlässig gelaufen war – nicht nur ohne Abgase, sondern leise und ohne jegliche Vibrationen.

Am 07. Mai 1999 erfolgte der Jungfernflug der LF-20E, wie sie nun genannt wurde – unter Ausschluss der Öffentlichkeit, weil das ganze Konzept damals nicht nur völlig abwegig, sondern auch unvorstellbar erschien. Deshalb wollte man sich zunächst von der Zuverlässigkeit überzeugen, Messdaten sammeln und sich schon gar nicht unter Druck setzen lassen. Nach der ersten erfolgreichen Flugsaison wurde die LF-20E schließlich öffentlich vorgeführt und ihr Elektroantrieb bewies neben der Umweltfreundlichkeit eine von Verbrennungsmotoren kaum erreichbare Zuverlässigkeit.

Anfängliche Batterie-Probleme

Dem Erprobungsträger folgte schließlich

das erste Serienmodell, die Antares 20E, die am 23. Mai 2003 erstmals flog. Bei diesem Hochleistungssegelflugzeug mit 20 Metern Spannweite konzentrierte sich Axel Lange darauf, weltweit führende Fachleute für die Entwicklung von Komponenten zu gewinnen. Das Ergebnis war ein Flugzeug, das nicht nur durch seinen innovativen Elektroantrieb überzeugt, sondern fliegerisch zum Besten zählt, was sich Piloten wünschen.

Allerdings blieben auch Rückschläge bei der Entwicklung der 20E nicht aus. Ein Beispiel sind die Probleme, die es anfangs mit den Batterien gab. Der erste Batteriehersteller konnte die zugesagten Leistungsdaten nicht erreichen, der zweite stellte vor Abschluss der vereinbarten Entwicklungsleistungen den Betrieb ein. Erst der dritte, die SAFT-Group aus Frankreich, war in der Lage zu liefern und überraschte darüber hinaus mit ungeahnten Leistungen und erstaunlicher Lebensdauer ihrer Akkumulatoren. Das war ein Glücksfall für Lange Flugzeugbau, aber auch für den Hersteller selbst, denn damals konnte er keinen anderen Kunden finden und wollte die Prototypenproduktion einstellen. Heute finden diese Batterien in vielen hochwertigen Luft- und Raumfahrtapplikationen Verwendung.

2007 musste Lange Flugzeugbau durch eine Häufung von Fertigungsfehlern bei Zulieferern und darauf folgenden eigenen Lieferproblemen Insolvenz anmelden. Im Rahmen einer übertragenden Sanierung konnte die Lange Aviation die Arbeit der Lange Flugzeugbau fortsetzen.

Inzwischen fliegen weit über 50 Antares 20E, einige in den USA auch mit 18 Metern Spannweite mit Experimentalzulassung und 61 kg/m² Flächenbelastung. Am 28. Mai 2006 flog erstmals die kleine Schwester in den Versionen Antares 18S und T, von der es gegenwärtig 14 Exemplare gibt, davon sieben mit D-K...-Kennung. Während die S-Version ohne Antrieb bleibt, jedoch nachgerüstet werden kann, wird die T einen Verbrennungsmotor erhalten. Der E-Antrieb ist zu schwer für die 18-Meter-Ausführung. Vorgesehen ist ein vorbereiteter 30-PS-Zweizylinder-SOLO als Heimkehrhilfe.

Die Antares 23E, ein Hochleistungssegelflugzeug der Offenen Klasse, ist ein Beispiel für die enge Zusammenarbeit mit Schempp-Hirth, deren Quintus mit Verbrennungsmotor sich an die elektroangetriebene Antares 23E anlehnt. Als eigenständige Firma pflegte Lange Aviation die kostensenkende Kooperation mit Schempp-Hirth zunächst in den Bereichen Einkauf und Logistik und verstärkt



Antares DLR-H2: links der POD mit dem Wasserstoff-Drucktank, rechts der POD mit dem Brennstoffzellensystem – erkennbar am kleinen Lufteinlauf im Bug



Das Innere des PODs mit dem Wasserstoff-Drucktank



Gegenwärtig noch eine Vision: die Antares H3 auf dem Weg über den Atlantik (Animation: Lange Aviation)

sie nun auch in der Entwicklung. Die Antares 23E soll in den nächsten Monaten eingeflogen werden, auch wenn der Schwerpunkt der Arbeit auf den beiden folgenden Projekten liegt.

Interdisziplinär und innovativ

Als weltweit erstes Flugzeug flog die Antares DLR-H2 mit einem Brennstoffzellenantrieb. Als Treibstoff dient Wasserstoff, der in einer elektrochemischen Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft in elektrische Energie umgewandelt wird. Während dieser Reaktion entsteht als Produkt ausschließlich Wasser, vom schädlichen CO2 ist auch nicht die geringste Spur zu entdecken. Entwickelt wurde dieser Antrieb am DLR-

Institut für Technische Thermodynamik in Stuttgart gemeinsam mit den Projektpartnern Lange Aviation GmbH und Serenergy A/S aus Dänemark. Als Basis für den neuen Technologieträger wurde das von Lange entwickelte und in Serie gefertigte Hochleistungssegelflugzeug Antares 20E mit ihrem Elektromotor auserkoren. Das Brennstoffzellensystem und der Wasserstoffspeicher befinden sich in zwei Außenlastbehältern (POD) unter den hierfür verstärkten Tragflächen. Das Herzstück des elektrischen Antriebs ist das hocheffiziente Brennstoffzellensystem, das die elektrische Energie für den von Lange entwickelten Antriebsstrang liefert, der sich aus Leistungselektronik, E-Motor und Propeller zusammensetzt.

Eine besondere Herausforderung bestand darin, mit möglichst widerstandssarmen PODs die ausgeklügelte Aerodynamik der Antares nicht zu stören. Diese anspruchsvolle Aufgabe bewältigte die TU Delft, die wesentlich zur optimalen Anbringung der Behälter beitrug und außergewöhnliche Werte bei der Reduzierung der Luftwiderstände erreichte. Sie betragen im Vergleich zur Antares 20E weniger als zehn Prozent bei einer möglichen zusätzlichen Last von mehr als 200 Kilogramm.

Neue Wege wurden auch bei der Kopplung des Brennstoffzellensystems mit dem Antriebsstrang beschritten. Das Spektrum der Eingangsspannung ist so breit, dass der E-Motor mit seiner Effizienz von mehr als 92



Sie haben gut lachen: Dr. Josef Kallo (links) und Dipl.-Ing. Axel Lange

Axel Lange – Pionier des elektrischen Antriebs für Segelflugzeuge

„Pragmatisch, konstruktiv und mit einer ausgeprägten Affinität zu neuen Technologien“, so sieht der Stuttgarter Dr. Josef Kallo vom DLR seinen Partner Axel Lange aus Zweibrücken. Der 48-jährige Diplom-Ingenieur, der seit 1980 fliegt und die Lehrberechtigung GPL nebst TMG besitzt, hatte nach seiner Feinmechanikerlehre und Fachabitur bis 1989 ein Luft- und Raumfahrttechnik-Studium an der FH Aachen absolviert und sich in seiner Diplomarbeit mit der Entwicklung einer Methode für die rechnergestützte Auslegung von Lenkflugkörpern beschäftigt. Danach arbeitete er bei einem Segelflugzeughersteller zunächst als Entwicklungsingenieur und später als Technischer Leiter, wo er hautnah die gelegentliche Unzuverlässigkeit und die Probleme mit Verbrennungsmotoren erlebte. Der junge Ingenieur überlegte sich mögliche Alternativen und gelangte schließlich zu dem Schluss, dass der Elektroantrieb die größte Perspektive bot. Das war der Beginn seiner zukunftssträchtigen Tätigkeit auf dem Gebiet des lautlosen, ökologischen Elektroantriebes für Hochleistungssegelflugzeuge.

Technische Daten und Flugleistungen

	Antares DLR-H2	Antares H3
Spannweite in m	20	23
Flügelfläche in m²	12,6	14,75
Streckung	32	35,8
Rumpflänge in m	7,40	7,8
Rumpfhöhe in m	1,64	1,8
Leermasse in kg	672	750
Max. Abflugmasse in kg	825	1250
Nutzlast in kg	125	200
Max. Flächenbelastung in kg/m²	65,5	84,7
Antrieb E-Motor	DC/DC bürstenlos	
Dauerleistung in kW	38	40
Max. Leistung Brennstoffzelle in kW		variierend 36
Max. Geschw. Horizontalflug in km/h	170	200
Max. zul. Geschw. in km/h	220	250
Flatterfreier Flug in km/h gewährleistet bis	300	
Max. Flugdauer in Std.	?	>50
Max. Reichweite in km	?	>6000

Angaben zum POD

Länge in m	2,87
Durchmesser in m	0,6

Angaben zum Brennstoffzellensystem (Antares DLR-H2)

Gewicht in kg	ca. 60
Betriebstemperatur im Flug	<-45°-40° C
Dauerleistung in kW	>20
Benötigte Leistung im Geradeausflug in kW	ca. 10

Angaben zum Elektroantrieb DC/DC bürstenlos (Antares DLR-H2)

Maximale Leistung in kW	>42
Nennzahl in U/min	1500
Max. Drehzahl in U/min	1700
Max. Drehmoment in Nm	216
Gesamtwirkungsgrad in Prozent	90



Fliegendes Labor Antares DLR-H2

Prozent flexibel von 188 bis 400 Volt betrieben werden und eine Spannungsstabilisierung entfallen kann. Die direkte Verbindung des Brennstoffzellensystems mit der Steuerungseinheit des Motors spart Komponenten nebst Kosten und führt zu höherer Effizienz, wobei die Gesamteffizienz des Antriebs vom Tank bis zum Propeller mit ihren bis 44 Prozent rund doppelt so hoch ist wie bei Verbrennungsmotoren. Diese Antriebe können nur 18 bis 25 Prozent der Energie aus Kerosin oder Diesel tatsächlich für den Antrieb bereitstellen.

Den Prototyp der Antares DLR H2 sah die Öffentlichkeit erstmals Ende September 2008 auf dem Flughafen Stuttgart, am 07. Juli 2009 bewies die fliegende Hochtechnologie-Plattform in Hamburg ihre Funktionstüchtigkeit. Dort, bei Lufthansa Technik, ist sie auch beheimatet und wird in den nächsten Jahren die Brennstoffzellenaktivitäten des DLR im Rahmen des „Fuel Cell Labs“ verstärken, das von der Stadt Hamburg gemeinsam mit dem DLR und Airbus/EADS ins Leben gerufen wurde. Dabei geht es insbesondere um die Entwicklung von Brennstoffzellensystemen für die Großraumluftfahrt.

Ein erster Entwicklungsschritt war die gemeinsam realisierte Notstromversorgung der Hydraulikpumpen zur Steuerung des DLR-Forschungsflugzeuges Airbus A320 ATRA über ein Brennstoffzellensystem. Der zweite Schritt soll der ständige Einsatz dieser neuen Technologie bei der Bordstromversorgung in Großraumverkehrsflugzeugen sein, wobei der Antares DLR-H2 die Aufgabe zukommt, kostengünstiger als der DLR-Airbus die neuen Systeme für die Luftfahrt zu testen.

Seine Funktionstüchtigkeit bei Unterdruckbedingungen, also in mehr als 2000 Metern Höhe, stellte der Brennstoffzellenantrieb bereits wenige Monate nach dem Jungfernflug der Antares DLR-H2 unter Beweis, als Axel Lange mit dem Versuchsträger 2558 Meter Höhe erreichte – ein Rekord für Flugzeuge mit Brennstoffzellenantrieb.

Erdbeobachtung und Fernerkundung

Im August 2010 starteten die Lange Research Aircraft GmbH und das DLR wiederum ein gemeinsames Projekt: die Antares H3, deren Erstflug 2012 stattfinden soll. Gefördert wird dieses Projekt vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, das ein Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIP) auf den Weg gebracht hatte.

Während mit der Antares DLR-H2 als fliegendes Labor das Leistungsvermögen von Brennstoffzellensystemen in der Luft getestet wird, soll die H3, die zweite Generation, ein leistungsstarker Nachfolger in Flugdauer und Reichweite werden, der auf zivile Anwendungen wie die preiswerte Erderkundung für die Suche nach Bodenschätzen insbesondere in schwach oder gar nicht besiedelten Regionen oder die Überwachung des Schiffsverkehrs zielt. Für dieses Vorhaben im sowohl bemannten als auch unbemannten Einsatz haben bereits zahlreiche potenzielle Kunden ihr Interesse angemeldet.

Die Antares H3 erhält ein neues modulares Brennstoffzellensystem noch höherer Effizienz und ein verbessertes Ladeverfahren für die Batterien, denen nun noch mehr Energie entnommen werden kann. Dieses Hybrid-Antriebssystem wird gegenwärtig in der H2 getestet. Die Lange Research Aircraft GmbH zeichnet für die Gesamtintegration und den Bau sowie den Betrieb der H3 verantwortlich. Dafür werden gegenwärtig die Formen für die drei Meter längeren Tragflügel vorbereitet sowie jene für den Rumpf

modifiziert. Äußerlich unterscheidet sich die H3 von der H2 insbesondere durch die aerodynamisch vorteilhafte Anordnung des faltpropellers an der Seitenflosse und durch vier Außenlastbehälter. Übernommen wird das ungewöhnliche, aber bewährte Vierpunkt-Fahrwerk von der H2, doch erhalten jetzt nur die beiden außen angebrachten PODs einfahrbare Räder, denn bei langen Flügen reduzieren sie messbar den Widerstand und verbessern die Flugleistungen.

Mit ihrer hohen möglichen Abflugmasse von 1250 Kilogramm wird die H3 in einer Sonderklasse fliegen, für die mit der Zulassungsbehörde Ausnahmen von den Bauvorschriften vereinbart werden. Die gute Zusammenarbeit mit den fachkundigen Mitarbeitern des Luftfahrtbundesamtes, das industrielle Vorhaben nach Kräften unterstützt, schätzt Axel Lange ganz besonders. Die Antares H3 soll hinsichtlich ihrer Effizienz, Dynamik und Einsatzdauer neue Maßstäbe im Bereich der fliegenden Plattformen setzen und damit neue Möglichkeiten für einen vielseitigen Einsatz in der Erdbeobachtung und Fernerkundung eröffnen.

Nach den ersten Flügen schwebt den verantwortlichen Entwicklern zunächst ein bemannter Flug auf der Nordatlantikroute vor, auf dem die H3 ihre Eignung für die vorgesehenen Aufgaben nachweisen soll. Bei anvisierten 6000 Kilometern Reichweite in der Endausbaustufe des neuen Brennstoffzellensystems dürfte dieses Vorhaben sicher keine Vision bleiben.

D-1234
 Flugzeugkennzeichen/
 Designfolien
www.segelflug.name