

Schwarzes Gold

Vollkohle-Elektrosegler Apus von femodesign

Dem Apus sieht man auf den ersten Blick seine Herkunft an: Kohlefaser, soweit das Auge reicht. Aber irgendwie scheint diese anders verarbeitet worden zu sein als üblich. Die Kohlefasern sind klar zu sehen, liegen nicht hinter einer dicken Schicht Gelcoat. Das Geheimnis ist das von femodesign eingesetzte Herstellungsverfahren der Harzinfusion. Wir zeigen, was diese so besonders macht.

Hersteller des Apus ist die junge Firma femodesign, die wir auf der Messe Faszination Modellbau in Friedrichshafen im November 2012 kennenlernten. Im Gespräch mit Inhaber Felix Vogt bot dieser an, nicht nur den Apus einmal selbst zu testen, sondern auch die Fertigung eines Modells zu begleiten. Das Angebot an die **Modell AVIATOR**-Redaktion nahmen wir an und ein paar Wochen später war es dann soweit: In Leonberg bei Stuttgart besuchten wir die Werkstatt. Diese hat genau die richtige Lage zur Herstellung von Segelfliegern, nämlich am Hang, hoch über der Stadt.

Zu Besuch bei femodesign

Am Eingang begrüßen einen zwei Kühlschrankskompressoren. Einer hat frei, der andere ist mit der Erzeugung

eines Vakuums beschäftigt. Felix Vogt erklärt, dass diese Aggregate für seine Zwecke genau richtig sind. Die relativ kleinen Bauteile, die Standfestigkeit der Aggregate, die geregelte Ersatzteilversorgung über den Wertstoffhof und nicht zuletzt die sehr vernünftigen Investitionskosten sind dafür verantwortlich. Das ist der Low-Tech-Teil der Geschichte – die High-Tech beginnt hinter der nächsten Tür.

In einem sehr sauberen Raum zeigt Felix Vogt, wie der Apus entsteht: Bei fast allen Modellflugzeugen kann man die Tragflügel für den Transport vom Rumpf entfernen. Nicht so beim Apus. Bei ihm entfernt man das Heck und gegebenenfalls die Spitze vom Flügel für den Transport. Das bedeutet, dass es keine Formen für die linke und rechte Tragfläche gibt, sondern je eine für die obere und untere Hälfte. Mit der unteren bekommen wir dann in den nächsten zwei Stunden gezeigt, wie der erste Teil des Tragflügels entsteht. Normalerweise geht das natürlich etwas schneller, aber wir wollen es genau wissen. Das Profil, das auf 1.350 Millimeter (mm) Spannweite zum Einsatz kommt, ist ein HN350. Es soll gutmütig sein, was wir aber später selber ausprobieren werden.

Im ersten Arbeitsschritt sind alle benötigten Teile für den unteren Flügelteil auf einem großen Tisch bereitzulegen. Das beginnt mit der Negativform und endet mit der Pumpspritze. Mit dieser werden die Vakuumfolien, in der Apus-Teile entstehen, vor Gebrauch gewässert. Das macht die

Text: Hermann Aich

Fotos: Hermann Aich, Manfred Peter





Das für den Herstellungsprozess des Apus notwendige Vakuum wird mit ausrangierten Kühlschrankkompressoren hergestellt

Folie geschmeidiger und erleichtert es ihr, sich möglichst ohne Falten an die eingepackten Bauteile zu legen.

Doch zuerst ist die Negativform dran. Sie ist mit einer dauerhaften Beschichtung versehen, die es später ermöglicht, den unteren Tragflächenteil zerstörungsfrei aus der Form zu nehmen. Da die Tragfläche in der Form unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt ist, sind beide Teile aus dem gleichen Material: Kohlefaser. Das vermeidet thermische Spannungen. Hier greift Felix Vogt auf Praktiken zurück die er als gelernter Modellbauer in einem eigenen Unternehmen bereits seit Jahren anwendet.

Trickkiste

Das Harzinfusionsverfahren braucht keine Gelcoatschicht, um trotzdem eine erstklassige Oberflächenqualität zu erzielen. Nachdem die bereits saubere Form nochmals ausgewischt wurde, kommt zuerst eine Lage pulverbeschichtetes Kohlefasergelege hinein. Mit 100 Gramm pro Quadratmeter (g/m^2) ist es ordentlich bemessen. Das von einer CNC-Maschine geschnittene Gelege passt perfekt in die Form. Die beiden Schichten des Geleges haben einen Faserwinkel von 90 Grad zueinander. Vor dem Zuschnitt wird das Ausgangsmaterial aber um 45 Grad gedreht, weshalb der fertige Flügel durch den nun diagonalen Faserverlauf extrem verwindungsfest sein wird. Hinzu kommen eingelegte Verstärkungen aus 200er-Kohlefasergewebe – teils aufgedoppelt.

Damit der exakt platzierte Kohlefaserauschnitt sich nicht verzieht, ist er mit ein paar Klebebändern in der Form fixiert. Die nächste Lage hat 2 mm Stärke und macht die

Das Servo passt genau in den präzise ausgefrästen Einbauplatz



Ein regelbares Heißluftgerät wärmt die Isolierkiste für die thermische Nachbehandlung von größeren Bauteilen



Der Autoklav ist an eine Vakuumpumpe angeschlossen und dient zur Herstellung kleinerer CFK-Bauteile

Dicke des Sandwichs aus. Darüber kommen noch das Abreißgewebe und die Fließhilfe. Das Abreißgewebe verbindet sich nicht mit dem Harz und lässt sich nach dem Aushärten vom Bauteil abziehen. Dabei bleibt eine raue und saubere Oberfläche zurück, auf der man ohne schleifen oder säubern sofort weiterarbeiten kann. Die Fließhilfe wird als letzte Schicht aufgelegt. Sie kann sich ebenfalls nicht mit dem Harz verbinden, sorgt aber in Verbindung mit dem Vakuum dafür, dass sich das Harz gleichmäßig verteilt.

Wenn das gesamte Paket fertiggestellt ist, kommt es in einen Folienschlauch – ähnlich wie ein Bratschlauch. An diesem befinden sich zwei hochwertige, besonders abgedichtete Anschlüsse. Der eine dient der Evakuierung von Luft und über den anderen wird das fertig gemixte Harz in der exakt bemessenen Menge zugeführt.



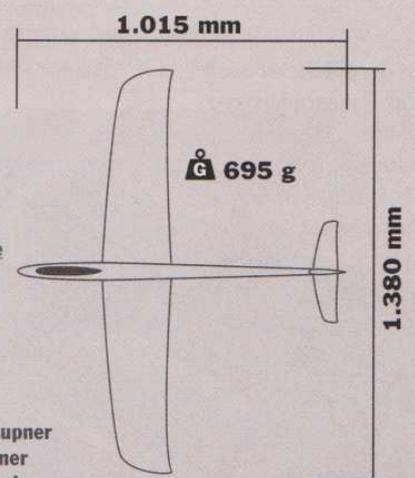
Flight Check

Apus femodesign

- Klasse: Elektrosegler, Allrounder
- Kontakt: femodesign
Felix Vogt
Distelfeldstraße 8
71229 Leonberg
Telefon: 071 52/764 02 45
E-Mail: info@femo-design.de
Internet: www.femo-design.de
- Bezug: Direkt
- Preis: 391,51 Euro standard
und 510,51 Euro optimal

→ Technische Daten:

- Servos:
- Querruder: 2 x DES 428 BB MG von Graupner
- Höhenruder: DES 428 BB MG von Graupner
- Motor: B20-15L mit Getriebe 4:1 von Hacker
- Regler: 30-A-Klasse von Pichler
- Propeller: 12 x 6-Zoll-Klappflugschraube von Graupner
- Akku: 3s-LiPo, 860 mAh von Pichler
- Empfänger: GR-12 HoTT



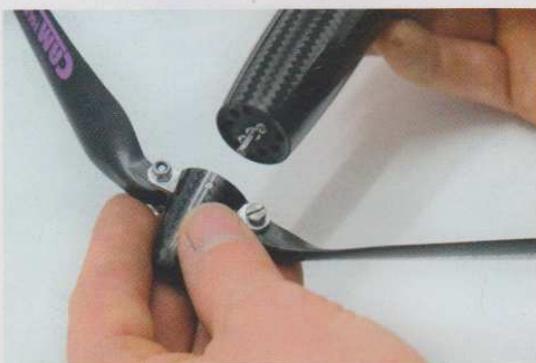


Felix Vogt, Inhaber von femodesign, zeigte und erklärte Details aus der Produktion des Apus



Eine Kohle-Keular-Rumpfspitze dient zum reinen Seglerbetrieb. Durch Austauschen der Spitze wird der Apus zum Elektrosegler

auch den vollen Druck abbekommt. So entstehen die Spitze und die Leitwerke. Einzig das lange Rumpfrohr und der runde Holm innerhalb der Tragflächen sind zugekauft. Die Produktion von Normteilen lohnt sich hier nicht.



Endmontage des vorbereiteten Klapppropellers

Nach der Fertigstellung der Einzelteile werden diese vorsichtig aus den Formen geholt, besäumt und zusammengebaut beziehungsweise geklebt. Hinzu kommt das Freifräsen der Querruder. Hierfür gibt es entsprechende Vorrichtungen, damit nicht versehentlich zu tief oder an falscher Stelle gefräst wird. Elegant deckt ein weißes elastisches Band den Ruderspalt auf der Unterseite ab. Das scheint aerodynamisch sehr gut gelöst, wenn es im Flug nicht zu flattern beginnt, aber das werden wir später erkunden.

WUSSTEN SIE SCHON, ...

... dass dem Begriff Apus drei verschiedenen Bedeutungen zugrunde liegen? Für Romantiker ist der Apus ein Paradiesvogel, der ohne Beine auskommt. Er muss beziehungsweise darf ewig fliegen. Ein eher etwas unbekannteres Sternbild wird ebenfalls Apus genannt. Und schließlich repräsentiert Apus noch eine Tiergattung in der Klasse der Segler, deren bekanntester Vertreter wohl der Mauersegler ist.

In der Fläche ist auch das Höhenruderservo platziert. Dessen Servoabtriebshebel liegt jedoch in der Rumpfmittle

Heiße Sache

Nach etwa neunzig Minuten endet die Verarbeitungszeit für das Harzgemisch. Jetzt wird die Tragfläche nochmals thermisch in einer passenden, mit Isolierplatten ausgekleideten Kiste nachbehandelt. Ein temperatureregelter Heißluftfön hält das Ganze ein paar Stunden auf Saunatemperatur. Laut Felix Vogt ist diese Nachbehandlung für etwa 30 Prozent der Festigkeit des Bauteils verantwortlich.

Für kleinere Bauteile gibt es einen Autoklaven in der Werkstatt. Dieses Gerät verbrachte sein früheres Leben bei Medizinern, die mit Hitze und Druck Instrumente sterilisierten. Das ist jetzt nicht mehr der Zweck des Verfahrens. Mit drei bis sechs bar Druck und den entsprechenden Temperaturen erhalten kleine Bauteile bis zu 50 Prozent mehr Stabilität. Zudem verfügt der Sterilisator über einen Vakuumschluss, sodass ein Bauteil im Vakuumschlauch

Service optional

Kunden haben die Wahl zwischen dem Apus standard und der Version Apus optimal. Bei Letzterem übernimmt Felix Vogt bestimmte Serviceleistungen, die sich nach einem persönlichen Gespräch ergeben, beispielsweise in Bezug auf den Einbau des Höhenruderservos. Denn hier gibt es zwei Optionen. Die erste ist für Puristen: Das Servo verschwindet ab Werk im Flügel und ist im Falle eines Defekts nur durch Fräsen einer nachträglichen Montageöffnung zugänglich. In Version zwei besteht diese Öffnung bereits. In beiden Fällen ist das Servo – die Wahl fiel auf ein Graupner DES 428 BB MG – bereits vom Hersteller in die Flächen geklebt und daher im Preis enthalten.

Beim Apus optimal sind auch beide Querruderschächte, die Montageöffnung für die Höhenruderanlenkung im Rumpf und zwei Langlöcher im Leitwerksträger fertig gefräst. Das lohnt sich in jedem Fall, denn dann ist gewährleistet, dass die Dinge auch zusammenpassen. Wer selber die Fräse anwerfen möchte, dem zeigt ein mitgelieferter Plan alle Ausschnitte mit vollständigen Maßangaben.



Auch die Abdeckungen sind aus Kohlefaser gefertigt



Einzig die Erkennbarkeit der Fluglage ab einer bestimmten Höhe kann beim rabenschwarzen Modell zur Herausforderung werden

RC-Ausbau und Antrieb

Beim Montieren des Pendelhöhenleitwerks mit den Anlenkungen ist zunächst der Umlenkhebel in das Seitenleitwerk einzubauen und erst danach komplett mit dem Leitwerksträger zu verkleben. Als Schubstange eignet sich ein CFK-Stab. Das Einhängen der Gabelköpfe in den engen Montageöffnungen gelingt mit einem kleinen Drahtnaken am besten. Dieser holt den Gabelkopf zur Montageöffnung, um ihn anschließend mit einer Schraubenzieherspitze zu öffnen und zur Bohrung des Servo- beziehungsweise Umlenkhebels zu dirigieren. Die Ansteuerung der Querruder übernehmen ebenfalls Graupner-Servos vom Typ DES 428 BB MG. Vor dem Einkleben mit Epoxidharz sind die Abtriebshebel passend abzulängen und in Neutralstellung zu bringen.

Den Apus kann man als Segler ohne Antrieb einsetzen. Das Testmodell sollte jedoch eine elektrisch Steighilfe



Überragende Bau- und Materialqualität

Ansprechendes und durchdachtes Design

Sehr gute Flugleistungen und -eigenschaften

Ausgeprägte Allrounder-Qualitäten

Erkennbarkeit der Fluglage nicht optimal



erhalten. Der maximale Innendurchmesser von 29 mm in der Rumpfnase begrenzt die Auswahl an Motoren. Ein Innenläufer mit Getriebe, namentlich der Hacker B20-15L 4:1, kam ins Modell. Er dreht eine 12 x 6-Zoll-Klapp-luftschaube von Graupner. Ein 30-Ampere-Motorsteller und ein 3s-LiPo mit 860 Milliamperestunden Kapazität komplettieren das Antriebskonzept.

Die Kohlefaserkonstruktion des Apus erfordert wegen ihrer Abschirmeigenschaften einen überlegten Einbau der Antenne. Beim verwendeten Empfängertyp GR-12 von Graupner ist lediglich ein Antennenkabel zu berücksichtigen. Hierfür wurde in das Rumpfstück zwischen den Flügeln mittig ein Loch gebohrt, das einen wenig flexiblen kleinen Druckluftschlauch aufnimmt. Dieser geht weiter bis zur Rumpfföffnung bei abgezogener Spitze. Er ist vom Durchmesser so gewählt, dass die Antenne des Empfängers einfach bis außerhalb des Rumpfs durchgeschoben werden kann. Da der Schlauch durchsichtig ist, kann das Kontrollieren sehr einfach erfolgen. Diese Lösung hat eine Reihe von Vorteilen: Die Antenne ist im Rumpf geschützt, man kann sie auch ein Stück weiter herausziehen, ein Empfängerwechsel ist problemlos möglich und der flexible Schlauch leidet nicht beim Transport.



Zur Herstellung des Apus kommen nach Schablone gefertigte und speziell behandelte Kohlegelege zur Verwendung



Die Pumpspritze dient zum Bewässern der Vakuumfolien

Weitere Fasermatten und Beilagen werden hinzugelegt und fixiert

Einstellungssache

Der Schwerpunkt soll bei 60 mm ab Flügelvorderkante liegen. Mit 8 g Gewicht in der Ballastkammer am Heck ist der Apus exakt einjustiert. Bis zu 6 mm weiter nach hinten lässt sich die Schwerpunktlage laut Anleitung noch ändern. Beim Programmieren der Fernsteuerung ist die Begrenzung des maximalen Höhenruderservowegs zu berücksichtigen – er sollte nicht mehr als ± 10 mm



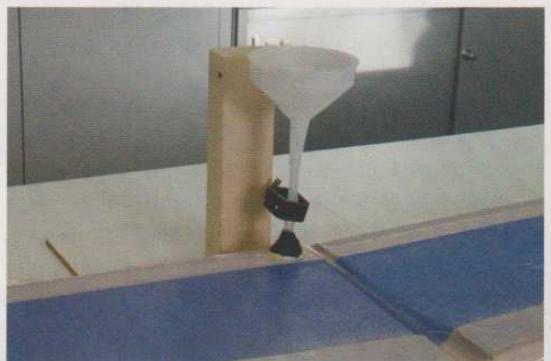
Der komplette Antriebsstrang hat in der Spitze Platz. Er besteht aus einem B20-15L 4:1-Brushlessmotor von Hacker, einen 30-Ampere-Regler von Pichler, einer 12 x 6-Zoll-Klappluftschraube von Graupner und einem 3s-LiPo, 860 mAh von Pichler



betragen. Für die Querruder liegt das Maximum bei +13 mm und -9 mm. Werden sie zusätzlich als Landeklappen eingesetzt, sind bis +15 mm möglich, was jedoch eine Kompensation am Höhenruder von etwa +1 mm erfordert. In Thermikstellung stehen beide Querruder 2 mm nach unten in Speedposition 2 mm nach oben. Sinnvoll ist ein Gas-Höhe-Mischer von -7 Prozent.

Wie in der Anleitung vorgeschlagen, wurden die maximalen Ausschläge in der Einflugphase reduziert. Allerdings um etwa 20 Prozent und nicht um die empfohlenen 50 Prozent; plus etwas Expo auf die Ruder. Beim Erstflug warf noch ein Helfer den leichten Segler. Das gelang für einen fliegenden Besenstiel erstaunlich gut, da man den Apus mit Daumen und Zeigefinger gut hinter den Tragflächen am Leitwerksträger halten und mit den anderen Fingern abstützen kann. Der Motor entwickelt bei einer Steigleistung von etwa 12 Meter pro Sekunde wahrlich genügend Schub. Senkrecht saugt sich der 695 g leichte Apus nach oben. Rechnerisch

Über das ganze Paket aus CFK-Gelege wird die gewässerte Vakuumsfolie gezogen, luftdicht verschlossen sowie mit einem Sauganschluss für die Vakuumpumpe versehen und dann mit einem Anschluss für den regelbaren Harzzulauf verbunden



Das elegant geformte Heck mit der Ballastkammer. Die Pendelruder werden auf den Stab gefädelt



ergibt das bei einer Motorlaufzeit von 2,5 Minuten etwa 1.800 Höhenmeter. Zieht man davon 20 Prozent ab, kommt man dem erfliegenen Ergebnis sehr nah. Das Austrimmen beschränkte sich auf ein paar Trimmclicks fürs Höhenruder. Die Querruder-Einstellungen passten und gaben keinen Anlass zu Änderungen.

Hart im Nehmen

Etwa 100 Meter Höhe sind für ein kleines, rabenschwarzes Modell viel – nicht zuletzt angesichts der sicheren Erkennung der Fluglage. Man hat dann etwa 15 Mal das Vergnügen, diese Höhe in Spaß und Gleitleistung umzusetzen. In Speedstellung sind alle ohne Seitenruder fliegbar. Und das mit einem für dieses Gewicht erstaunlichen Durchzug. Ein wenig Ballast würde



Die Gleitleistung des 695 Gramm wiegenden Apus ist sehr gut. Bis zu 300 Gramm Ballast sind möglich, um den Durchzug beim Hangfliegen zu steigern

Die Antenne des Graupner GR-12 wird in einem durchsichtigen Schlauch knickfrei nach außen geführt



Foto: Felix Vogt

Flügelbau als Schnittmodell

verwechselt und der Apus legte in bester F3J-Manier eine Stecklandung hin. Mit einem ziemlich schlechten Gefühl in der Magengegend wurde das Testmodell auf dem weichen Wiesengrund geborgen. Doch nach der Reinigung und Kontrolle aller Komponenten stellte sich heraus: Alles in Ordnung. Der Apus war sofort wieder flugfähig, als ob nichts gewesen wäre. So gehört sich das.

Seit jenem Ereignis ziert den Apus von femodesign eine gut sichtbare Beklebung auf der Oberfläche. Auch der Schwerpunkt ist ein wenig nach hinten verlegt worden, was die Gleitleistung steigerte. Und für die Tage, an denen überhaupt keine Thermik mehr in Sicht ist, liegen 100 g Durchzugsballast bereit.



Bilanz

Der Apus von femodesign ist ein ideales Modell. Aufgrund seiner Größe kann man ihn aufgebaut mitnehmen. Seine Flugleistungen übertreffen die Erwartungen, die man in diese Flugklasse setzt. Die Stabilität der Kohlefaser-Konstruktion ist nachweislich bestens. Einzig das konsequent rabenschwarze Design verführt gelegentlich zum Gedanken, mit Kontraststreifen die Erkennbarkeit zu erhöhen. Das kratzt dann aber am extrem großen Coolnessfaktor, denn der Apus einfach hat.

Geschwindigkeitsfans sicher noch mehr geben – laut Hersteller wären bis zu 300 g zusätzlich möglich. Wer größeres Interesse an den Thermik- und Gleitflugeigenschaften des Apus hat, wird auch nicht enttäuscht. Gerade letzteres begeisterte immer wieder mit langer Flugzeit bei einer Akkuladung ohne Thermikunterstützung. Die geringe Sinkgeschwindigkeit und das Antriebskonzept sorgen für langanhaltenden Flugspaß, ob nun in der Ebene oder am Hang.

Aber dann kam, was kommen musste. Die langen Flugzeiten erstreckten sich bis in die Dämmerung und trotz der Blockstreifen in leuchtender Farbe wurde in einem Moment der Unachtsamkeit in Bodennähe die Fluglage



Der Handstart gelingt mühelos



Der Tester erfreut sich an dem Schmuckstück. Mit 1.380 Millimeter Spannweite ist das Flugmodell gut transportierbar