



Hier riecht's nach Sprit

Wer in seinem Modell einen Antrieb verwendet, sei es ein Verbrenner oder auch ein E-Motor, wird sich zwangsläufig auch mit dem Thema Propeller beschäftigen müssen – von Impeller- oder Turbinen- und Raketenantrieb mal abgesehen. Es gibt heute eine unüberschaubare Anzahl diverser Propeller im Angebot, aus Holz oder Kunststoff gefertigt. Die Anpassung an einen Antrieb und das Modell ist bei einem Verbrenner gar nicht so einfach, da man einen akzeptablen Kompromiss zwischen Leistungsausbeute und Lärmentwicklung finden muss.

Auf den Flugtagen kann man leider allzu oft und allzu deutlich hören, dass die Suche nach der Leistung Oberhand hatte und der Propeller unangenehm und extrem laut „brüllt“. Speziell die Verbrenner, deren Gene aus einer Baumsäge oder einem Freischneider stammen, sind eigentlich für eine Drehzahl von etwa 10.000 1/min ausgelegt, um die volle Leistung zu entwickeln. Das geht in Modellflugzeugen natürlich nicht. Da werden Drehzahlen von 5.500 bis 6.500 1/min bei den größeren Benzinern aus Lärmgründen nicht überschritten. Wer Pech hat und einen Propeller gewählt hat, der die Drehzahl in den steil abfallenden Bereich der Leistungskurve seines Motors gelegt hat, wird glauben, sein Motor sei plötzlich defekt (Abb. 1). Ein Vereinskamerad hatte vor einiger Zeit einen meiner „gebastelten“ Benziner übernommen. Er war auch ganz happy damit, bis er seinen Prop bei einer verunglückten Landung zerbrochen hatte. Er hat dann aus seinem Fundus einen anderen Prop genommen, der in Durchmesser und Steigung seinem gut funktionierenden, jetzt zerbrochenen entsprach. Er hatte aber einen Prop eines anderen Herstellers erwischt mit einem überbreiten Blatt. Durch den höheren Drehwiderstand rutschte die Drehzahl in

den steil abfallenden Teil der Kurve und das hat überproportional viel Leistung gekostet. Ergebnis: Über 1.000 1/min Drehzahl weniger. Also war seine Vermutung, dass der Motor eindeutig defekt ist. Wir konnten den „Defekt“ des Motors schnell beseitigen, einfach mit einem passenden Prop.

Was verlangen wir im Grunde von einem Propeller? Er soll beim Start genügend Schub bringen, in der Luft nicht überdrehen, um keinen Lärm zu machen, und beim Kunstflug alles an Leistung freisetzen, was möglich ist. Da kann dann sehr schnell der Wunsch nach einer Blattverstellung aufkommen. Unsere Indoor-Kollegen machen es uns ja deutlich vor. Da geht sogar ein Torquen mit der Nase nach unten und auch Rückwärtsfliegen ist zu sehen.

Warum gibt es das nicht bei den größeren Modellen? Das Prinzip dafür ist bei den vielen Modellhubschraubern doch schon verwirklicht. Propeller, bei denen man am Boden die Steigung verändern kann, gibt es sowohl für Elektroantriebe wie auch für Verbrenner. Nach

meiner Kenntnis gibt es aber nur für Indoormodelle Verstellpropeller zu kaufen, die per Fernsteuerung während des Fluges verstellt werden können. Es ist offenbar gar nicht so einfach, so etwas sicher und bezahlbar für die Leistung von größeren Modellen zu machen.

Zwei Ziele und zwei Wege

Ich werde heute über zwei völlig verschiedene Propellerprojekte berichten, die bei zwei Modellfliegern in der eigenen Werkstatt entstanden sind. Dabei handelt es sich um den elektrisch angetriebenen Pilatus Porter von Christian Grogg aus der Schweiz (Abb. 2) und zum anderen um den SF33 Motorsegler von Irmin Barnert mit einem ZG38 als Antrieb (Abb. 3). Elektroantrieb? Ja, manchmal passt auch ein Elektroantrieb hier in die Sprit-Kolumne.

Christian kennen Leser dieser Kolumne schon wegen seines kleinen Sternmotors, der

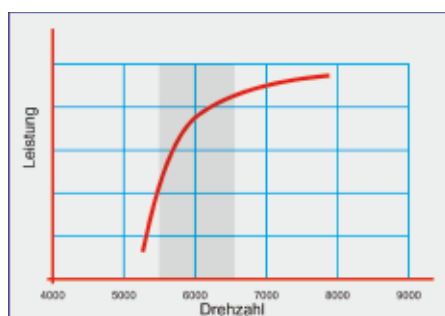


Abb. 1: beispielhaft typischer Verlauf der Leistungskennlinie eines Verbrennungsmotors.



Abb. 2: Die Pilatus Porter von Christian Grogg.

Das Video zum Artikel
finden Sie unter:

www.fmt-rc.de



Abb. 3: Segelstellungs-Propeller an der SF 33 von Irmin Barnert.



Abb. 4: Die Folgen einer losen Propellerbefestigung zeigen die enormen Kräfte, verursacht durch die Drehmomentstöße eines Benziners.

aus fünf kleinen Cox-Motörchen entstanden ist. Auch Irmin Barnert braucht man nicht vorzustellen. Er ist der Vorsitzende der IG-Motorsegler und auf unzähligen Flugveranstaltungen vertreten. Als ich im Jahre 2006 die Aufgabe hatte, zusammen mit meinen Freunden die Flugmodellausstellung der Messe in Bremen zu gestalten, kam Irmin mit seiner ganzen Truppe angereist und hat eine wun-

derbare Extra-Ausstellung über Motorsegler zur Verfügung gestellt.

Bei den beiden Projekten handelt es sich nicht nur um zwei verschiedene Antriebsarten, sondern auch um zwei völlig verschiedene Aufgabenstellungen an den Verstell-Propeller. Christian möchte seinen Modell-Pilatus so fliegen können, wie es das Vorbild vormacht. Er startet auf sehr kurzen Pisten und kann mit der Propellerverstellung extrem steile Sinkwinkel bis zum fast senkrechten Sturzflug fliegen, ohne dabei zu schnell zu werden.

Irmin möchte seine Luftschaubenblätter aber gar nicht aktiv verstellen, sondern automatisch nach dem Abstellen des Motors so einstellen lassen, dass beim reinen Segelflugbetrieb des Modells der geringste Luftwiderstand vorliegt.

Anders als bei Elektroantrieb hat beim Verbrenner der Propeller nicht nur die Aufgabe den Vortrieb zu liefern, er muss zu allererst einmal die Schwungmasse bringen, damit der Motor überhaupt laufen kann. Auf Bild 4 ist zu sehen, was passiert, wenn sich durch das Nachgeben des Holzes der Luftschaube die sechs Propellerschrauben etwas lösen. Die Drehmomentstöße des Verbrenners haben die Schrauben einfach abgeschert und das Propellerholz gespalten. Die dabei auftretende Unwucht hat nebenbei mal eben den Motorspant herausgebrochen. Und solche

Drehmomentstöße muss eine Blattverstellung bei einem Verbrenner aushalten.

Aber der Reihe nach

Christian hat zum Testen erst einmal einen kleinen Porter mit einem Verstellpropeller ausgestattet. Dazu hat er aus einer alten Heckrotor-Mechanik eines T-Rex 500-Hubschraubers und einem 3s-BL-Motor seine erste, kleine Verstell-Mechanik gebaut. Hier lag das Hauptproblem darin, dass der verwendete BL-Motor eigentlich eine zu dünne Welle hatte. Zu dünn, um sie auch noch für ein 2 mm dickes Anlenkgestänge für die Verstell-Mechanik zu durchbohren. Nach einem radikalen Umbau des Motors war das Problem aber lösbar und die Einheit wurde in einen Porter mit 1,4 m Spannweite eingebaut und arbeitet darin seit einem Jahr problemlos. Christian berichtet über den praktischen Betrieb: „Das Fliegen eines Modells mit einer solchen Propellerverstellung erfordert einiges an Übung. Zu viel Negativ-Pitch im Landeanflug bedeuten keine Anströmung des Höhenruders und ein Abriss an den Tragflächen. Diese Erfahrung



Dieser Verstell-Propeller mit innenliegender Anlenkung basiert auf Heckrotorteilen eines 500er Helis.

Anzeige

@ sorotec@sorotec.de 77836 Rheinmünster / Withig 12 07227 / 9942550



PORTALFRÄSMASCHINEN UND ZUBEHÖR
24H Online-Shopping: www.sorotec.de



Für die große Verstell-Mechanik verwendete Christian Grogg Bauteile eines Dreiblatt-Rotorkopfes.

kungshebel immer in der Rotationsebene des Propellers gehalten oder dorthin gedrückt. Drücken die Gestänge die Anlenkhebel zur Erhöhung des Blatt-Anstellwinkels aus der Rotationsebene, wirkt die Fliehkraft dem entgegen und verursacht somit eine zusätzliche Stellkraft. Die zündende Idee hatte ich dann, als ich mir die Blatthalter genau ansah. Ich habe gesehen, dass ich 90 Grad versetzt zum Anlenkungshebel ein Gewicht befestigen muss. Dieses Ausgleichsgewicht verursacht im Bereich des Null-Anstellwinkels der Propellerblätter nun zwar auch eine Haltekraft – wird der Anlenkungshebel jetzt aber aus der Rotationsebene gedrückt, bewegt sich das Ausgleichsgewicht in Richtung der Rotationsebene – die Fliehkräfte heben sich bei Erhöhung des Anstellwinkels der Propellerblätter somit zunehmend auf.

Also befestigte ich an jedem Blatthalter ein 90 Grad zum Anlenkungshebel versetztes Gewicht mit drei Bohrungen, in welchen ich das Gewicht mit kleinen M3-Schrauben feinjustieren konnte. Mit dieser Modifikation lässt sich meine Mechanik nun auch bei voller Drehzahl von Hand oder von einem relativ schwachen Servo verstellen. Der optimale

musste ich ein paar Mal in Form einer harten Landung machen – die kleine Porter steckte das zum Glück sehr gut weg. Das Flugbild und der Sound bei steilen Sinkflügen waren aber schon jetzt unvergleichlich gut.“

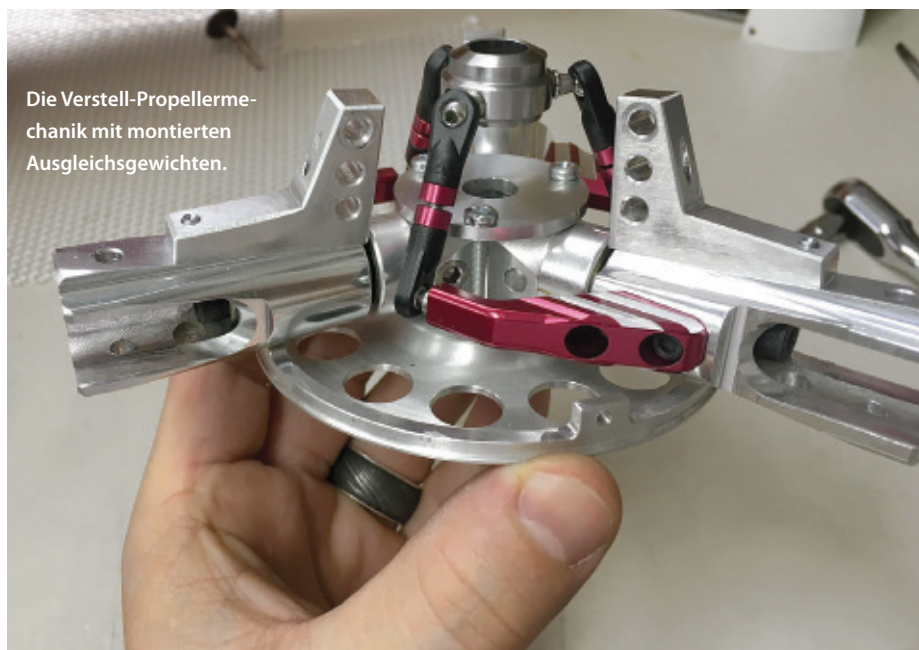
Nach diesem positiven Ergebnis kam der große Porter mit 2,7 m Spannweite an die Reihe. Christian sagt dazu: „Für die große Porter habe ich einen 4-kW-Motor von Dualsky, den GA4000, und eine Dreiblatt-Hauptrotormechanik eines T-Rex 550 verwendet. Auch hier musste ich die Motorwelle neu anfertigen. Bei der großen Mechanik dreht sich aber die Welle weiterhin im Gehäuse. Das Anlenkungs-gestänge dreht sich mit der Motorwelle und wird hinter dem Motor mit zwei Kugellagern von der Drehbewegung entkoppelt. Von da aus wird das Gestänge von einem 20-kg-Servo angesteuert. Eigentlich würde auch ein 10-kg-Servo reichen, aber ich wollte auf Nummer sicher gehen, da dies nicht von Anfang an der Fall war. Bei den ersten Probeläufen der großen Mechanik zeigten sich einige Schwierigkeiten in Bezug auf die Stellkraft: Bei 7.000 1/min hatte ich über 10 kg Kraft am Gestänge anliegen, sobald ich die Propellerblätter aus dem Neutralpunkt heraus verstellen wollte. Das

bereitete mir erst mal Kopfzerbrechen, denn kein noch so starkes Servo überlebt dauerhaft über 10 kg am Gestänge. Ich begriff, dass man die Blatthalter und die Blätter der Mechanik dynamisch ausbalancieren muss.

Aufgrund der Fliehkraft werden die Anlen-



Die APC-Luftschraubenblätter können für den Einsatz in den Blatthaltern angepasst werden.



Die Verstell-Propellermechanik mit montierten Ausgleichsgewichten.



Die im Text beschriebenen Ausgleichsgewichte.



In Segelstellung verursacht der Propeller den geringstmöglichen Widerstand.

Arbeitspunkt mit den geringsten Stellkräften liegt jetzt im Bereich der im Flug aufgerufenen Anstellwinkel der Propellerblätter. Die durch die Propellerblätter aerodynamisch verursachten Stellkräfte sind erstaunlich gering und für das Servo nahezu vernachlässigbar. Nach diversen Versuchen hat sich herausgestellt, dass tatsächlich der allergrößte Teil der Stellkräfte durch die Mechanik unter Einfluss der Fliehkraft entstehen. Die Kräfte nehmen natürlich nicht proportional zum Anstellwinkel zu oder ab, doch sie heben sich in der Summe so gut auf, dass ich nie mehr als ca. 1-2 kg Stellkraft am Servo anliegen habe.“

Verstell-Propeller für einen ZG 38

Bei der Entwicklung des Verstell-Propellers von Irmin Barnert stand eine völlig andere Aufgabenstellung als bei Christan im Vordergrund: Um die Segelleistung seiner SF-33 zu verbessern, sollte der starre Propeller durch einen speziellen Segelstellungs-Propeller ersetzt werden. Seine Vorgaben: Die Handhabung bei abgestelltem Motor sollte so einfach wie möglich sein, auch beim erneuten Starten des Motors. Die ganze Mechanik muss unter den Spinner mit 78 mm Durchmesser passen.

Also kommt nur eine Fliehkraftsteuerung in Frage, ähnlich der Fliehkraftsteuerung in einer Einspritzpumpe im Dieselmotor. Die 20x10-Zoll-Propellerblätter müssen einzeln eingestellt werden können, passend zum ZG 38. Die komplette Mechanik soll auf die Propellernabe eines ZG 38 montiert werden.

2006 wurden erste Versuche gemacht, um die Technik/Mechanik zu entwickeln. Außerdem wurden Klebeversuche der Metallachsen in Holzblättern gemacht. Der erste Prototyp war 2008 fertig und wurde ausgiebig getestet.

Die Propellerblätter sind bei stehendem Motor in Segelstellung, bei einer Anlaserdrehzahl von etwa 800 1/min verstellen sich die Blätter durch die Fliehkraftgewichte ca.

80%, erst bei einer guten Standgasdrehzahl von etwa 1.000 1/min verstellen sich die Blätter in Arbeitsstellung auf 10 Zoll Steigung. Ist die Anlaserdrehzahl zu niedrig, verstellen sich die Blätter nur ca. 50%, der Motor zündet, springt aber nicht an, da der Luftwiderstand der noch quer zur Drehrichtung stehenden Propellerblätter zu groß ist.

Die Holzpropellerblätter haben sich nicht bewährt, es sind einige Blätter weggefliegen, glücklicherweise immer am Boden. Irmin hat dann ein neues Urmodell eines Propellerblattes gebaut, das abgeformt wurde. Die so entstandenen CFK-Blätter sind nun dauerhaft und halten. Seither funktioniert der Propeller einwandfrei und die Segelleistung seiner SF 33 hat sich wesentlich verbessert.

Bei Vollgas bringt der ZG 38 ca. 5.900 1/min und ist sagenhafte 67,8 dB(A) leise. Irmin hat mit dem ZG 38 eine gute Basis für seinen Automatik-Propeller gewählt. Durch das Gewicht und den Durchmesser des Magnetrades der Zündung hat der Motor bereits so viel Schwungmasse, dass er auch ohne Luftschaube durchlaufen würde, wie das alle Kleinmotoren in den Kettensägen und Motorsensen tun. Das hilft schon erfreulich deutlich, die zerstörerischen Drehmomentschläge von der Verstell-Mechanik fern zu halten. Soweit für heute, bis nächsten Monat!



Zum Einsatz kommen eigens gefertigte CFK-Propellerblätter.



Die komplette Fliehkraft-Verstellmechanik findet unter der Kappe des 78-mm-Spinners Platz.



Irmin Barnert mit seiner SF 33.