



SHARK NOSE IM REFLEXPROFIL? EIN WIDERSPRUCH?

ERKENNTNISSE ANHAND DER
ENTWICKLUNG EINES
EINSTEIGERREFLEXSCHIRMS

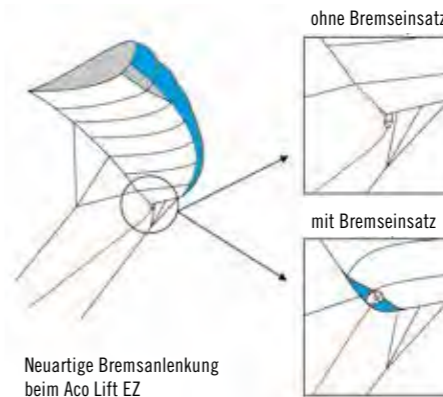
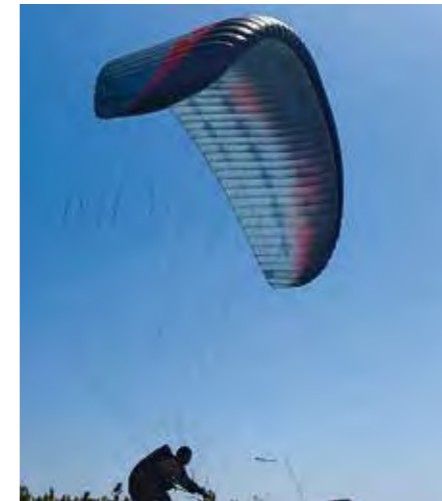
Xavier Barral, ein junger Pilot aus Grenoble und Student der Flugzeugtechnik, absolvierte ein halbjähriges Praktikum beim Schirmhersteller Apco und erlebte die Entwicklung eines Einsteiger-Reflexschirms vom Prototypen zum Seriengerät aus erster Hand. Insbesondere die Erkenntnisse pro und kontra Shark Nose bei einem Reflexschirm sind äußerst interessant ...

Text: Xavier Barral
Foto: Apco, Norbert Aprissnig

In Israel angekommen, verbrachte ich einige Zeit in der Herstellung, um die Firma näher kennenzulernen und den gesamten Herstellungsprozess von der Pike auf zu verstehen. Vom Erstellen der Schnittmuster, Schneiden der Bahnen, Nähen bis zur Qualitätskontrolle konnte ich jeden einzelnen Schritt verfolgen. Mein Interesse gilt nun mal der Aerodynamik und nach ein paar Wochen wurde ich endlich dem Entwicklungsteam zugeteilt. Die Idee dahinter war, den Entwicklungsverlauf über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Es sind erstaunlich viele Parameter zu berücksichtigen, bis ein Schirm zur Serienreife gelangt. Nicht alles ist am Computer vorhersehbar und manchmal spielt auch „trial & error“ eine Rolle. Zum damaligen Zeitpunkt arbeitete das Apco-Entwicklungsteam an einem Einsteiger-Reflexschirm, dem Apco Lift EZ – ein Einsteigermodell mit überschaubarem Start- und Landeverhalten und einem doch großen Geschwindigkeitsbereich. Der Vorgänger ist ein Bestseller von Apco und erfreut sich großer Beliebtheit. Das Ziel war es, bei der Neukonstruktion des Nachfolgers die Gesamtperformance (vor allem Gleitzahl und Minimal-Speed) weiter zu erhöhen, ohne die recht gute Stabilität und das Handling negativ zu beeinflussen.

Die Arbeitsweise bei Apco sieht in etwa so aus: Normalerweise werden immer zwei Prototypen hergestellt, die sich nur in einem Parameter unterscheiden. In unserem Fall war es die Profilform. Um eine gute Stabilität zu erzielen, gibt es zwei Methoden: Die Kappe unabhängig von der Trimmerstellung über die Eintrittskante mit gutem Innendruck zu versorgen, oder den Anstellwinkel in einem Bereich zu halten, der den Luftstrom und damit den Druck im Schirm aufrechterhält. Dazu gibt es verschiedene Konzepte, nämlich die Einführung einer Shark Nose für ersteren Fall und das Reflexprofil für einen möglichst gleichbleibenden Anstellwinkel. Zur Erinnerung: Ein Reflexprofil versucht durch die angehobene Hinterkante in der Profilform einen gefährlich niedrigen Anstellwinkel selbsttätig wieder zu erhöhen und damit Klapper zu verhindern. Durch unsere Versuche wussten wir, dass diese Profilform zwar für Stabilität sorgt, aber ihre Schwächen bei der Effizienz und der Steigleistung hat. Daher war unser Ziel, beide Konzepte in einem Schirm zu vereinen, ohne die jeweiligen Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Zu diesem Zweck entwickelte Adam Wechsler – Chefdesigner und Testpilot – zwei Schirme, nämlich einen reinen Reflex und einen Hybrid-Sharknose-Reflex-Prototypen. Der erste mit dem neuen Reflexprofil sollte eine bessere Gleitleistung bei verschiedenen Geschwindigkeiten erhalten, was wir durch eine Verringerung der Wölbung und einem auf der Oberseite dickeren Profil zu erreichen suchten. Der Hybridschirm erhielt

Der Versuch, das Reflexprofil durch Ziehen des A-Tragegurts einzuklappen, scheitert!



Neuartige Bremsanlenkung beim Apco Lift EZ

eine dickere Profilform an der Schirmvorderseite und war unten etwas dünner. Theoretisch sollte daher der Auftrieb erhöht werden, der weniger ausgeprägte Reflexanteil würde wohl für etwas weniger Stabilität um die Querachse sorgen. Dies wollten wir durch die Shark Nose kompensieren. Das aerodynamische Computermodell für beide Schirme versicherte uns, einen jeweils guten Kompromiss zwischen Stabilität und Performance gemacht zu haben. So weit die Theorie. Schließlich wurden die beiden Prototypen gefertigt und es konnte an die Flugerprobung gehen. Die Grundform des Lift wurde erst einmal beibehalten – wir verringerten nur die Größe für ein direkteres Handling. Bei kleineren Flächen kommen Stärken und Schwächen eines Schirms nämlich schneller ans Licht. Auf dem Flugfeld kam wieder das „trial & error“-Prinzip zur Anwendung und viele kleinere Änderungen an der Leinengeometrie wurden durchgeführt, um unserem Ziel eines einfachen Einsteigerschirms näherzukommen. Das Nick- und Rollverhalten konnte in unseren Testflügen schnell optimiert werden, auch das Gesamthandling wurde immer feiner – es ist unglaublich

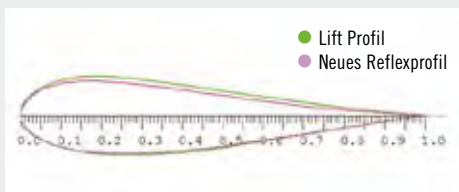
lich, wie viele Parameter (die sich überdies noch gegenseitig beeinflussen) das Flugverhalten eines Schirms ausmachen, der Ausdruck „Kompromiss“ bekam für mich eine neue Bedeutung! Einen großen Unterschied machte der Entschluss, aus einem Hybrid-Dreileiner wieder einen klassischen Vierleiner zu machen. Während drei Leinenebenen natürlich den Widerstand drastisch reduzieren, sorgt diese Geometrie für ein relativ rigides Profil und es kann passieren, dass bei Betätigung des Trimmers aufgrund der wenigen Aufhängungspunkte unerwünschte Profilverformungen auftreten. Daher war es schwierig, ein ansprechendes Profil über den gesamten Trimmerbereich aufrechtzuerhalten, denn gerade im unteren Geschwindigkeitsbereich sollte ein Einsteigerschirm gute Auftriebswerte haben – für einfache Starts und sanfte Landungen. Wir entschieden uns schließlich für einen Vierleiner, der genau diese Vorgaben dann am besten erfüllte.

Die nächsten Wochen beschäftigten wir uns mit der Gesamtleinenlänge und verkürzten die Stammleinen um etwa 40 cm, um dem vom Motor induzierten Kreiselmoment entgegenzuwirken. Auch die Schirmkrümmung war noch ein Thema – flache Schirme erzeugen mehr Auftrieb als stark gekrümmte, allerdings oft auf Kosten des Handlings. Auch hier kommt es auf eine gute Mischung an!

Auch eine Neu- beziehungsweise Weiterentwicklung der Stabilosteuerung war uns beim Lift EZ ein großes Anliegen. Hier gibt es verschiedene Ansätze:

1. Das Herunterziehen des Stabilos bewirkt eine Richtungsänderung der Totalen Luftkraft in Richtung des gezogenen Stabilos und führt zu einer Kurve. Diese Methode ist allerdings nicht allzu effizient und der Schirm reagiert eher verzögert bei hohen Steuerkräften.
2. Herabziehen der äußeren Bremsleinen der kurveninneren Seite. Dies bewirkt nach anfänglicher Auftriebserhöhung einen höheren Widerstand der jeweiligen Flügelseite und führt schließlich zu einer Kurve. Hier besteht bei Reflexprofilen das Risiko für Klapper am Außenflügel, da das Profil unnatürlich verändert wird und daher seine Vorteile nicht mehr ausspielen kann.

Beim Lift EZ hatte unser Testpilot eine neue Idee: Eine Leine, die durch einen Ring am Achterliek geführt und mit der herkömmlichen Bremsleine verbunden ist, schiebt den Schirm bei Betätigung ganz außen am Flügel zusammen und bildet eine fallschirmartige Tasche und erzeugt so einen enormen Widerstand – ohne die bekannten Nachteile der anderen Methoden! Bei leichten Steuerdrücken führt dies zu einem ausgezeichneten Kurvenverhalten.



**DAS REINE AUFTRIEBSPROFIL (grün)
IM VERGLEICH ZUM NEUEN
REFLEXPROFIL (pink)**

Die Oberseite des Profils wurde dicker gemacht, um den Weg der Luftpartikel bei der Anströmung im Flug zu verlängern. Dies erhöht den Unterdruck am Obersegel und somit den Auftrieb. Außerdem wurde die Wölbung des Profils um 0,4 % verringert. Der Umschlagpunkt, also der Punkt, an dem die laminare Strömung zur turbulenten Strömung wird, konnte so weiter nach hinten verlagert werden. Auch die Reibungskräfte am Obersegel konnten auf diese Weise verringert werden, was den Gesamtwiderstand des Flügels nachhaltig verbessert. Durch diese Maßnahmen verschlechterte sich allerdings das typische Reflexverhalten des Schirms ein wenig, da die gegenläufige Wölbung an der Hinterkante eines Reflexprofils durch den Unterdruck am Untersegel normalerweise für ein aufrichtendes Moment am Schirm sorgt. Je größer die Wölbung eines Profils ist, desto größer sind auch die jeweiligen Kräfte.

Als C_m bezeichnen wir den Koeffizienten für das Drehmoment (um die Nickachse) eines Profils. Dieser Koeffizient ist positiv, wenn er den Anstellwinkel erhöht. Er wirkt zwischen Druckpunkt am Profil und dem Gesamtschwerpunkt eines Tragflächensystems. In unserem Fall wurde dieser Beiwert auf 25 % der Profilhöhe festgelegt, also in etwa dem Druckpunkt eines Auftriebsprofils. Ein Reflexprofil zeichnet sich durch einen positiven C_m unabhängig von Anstellwinkel und Geschwindigkeit aus.

Im Oktober waren dann endlich die beiden Prototypen fertig und wurden ausgiebigen Vergleichstests unterzogen. Die Teampiloten flogen die Schirme bei gleicher Flächenbelastung nebeneinander und tauschten sie mehrmals. Somit waren wirkliche Vergleiche möglich. Es stellte sich heraus, dass die Performance der beiden Flügel sehr ähnlich war. Die Geschwindigkeiten bei verschiedenen Trimmerstellungen waren gleich, auch der Benzinverbrauch, hier hatte der Reflexschirm sogar die Nase vorn – der Unterschied schlug sich in etwa 5 Minuten Flugzeit bei 15 Litern im Tank nieder. Der einzige signifikante Unterschied war das Nickverhalten: Der Reflexschirm vermittelt dem Piloten etwas mehr Sicherheit durch erhöhten Innendruck.

Dies demonstriert, dass durch Verringerung des Reflexanteils und Einführung einer Shark Nose nicht zwingend Vorteile auf allen Linien zu erwarten sind. Wir hätten für eine höhere Leistung des Hybrid-Schirms auch eine geringere Stabilität in Kauf genommen, doch der Reflexschirm konnte die Vergleiche fast aus-

nahmslos für sich entscheiden. Natürlich kann man unsere Tests nicht auf alle auf dem Markt erhältlichen Konzepte übertragen, aber wir haben aus den Flugtests unsere eigenen Schlüsse gezogen. In dieser Hinsicht sind in Zukunft Schirmdesigner gefordert, denn die Vorteile von Reflexprofil und Shark Nose scheinen einander in manchen Fällen gegenseitig zu eliminieren. Ziel sollte sein, die jeweiligen Vorteile zu einem stimmigen Konzept zu vereinen.

Für die Leute bei Apco ist jedenfalls klar, dass es keinen Sinn macht, unnötig aufwendige Konstruktionen auf den Markt zu bringen, die auch die Herstellungs- und Anschaffungskosten nach oben treiben. Aus diesem Grund sind sie beim „traditionellen“ Reflex-Konzept geblieben, interessierte Piloten sollten sich aber selbst ein Bild über die Qualitäten des Lift EZ machen. Aus meiner Zeit beim Entwicklungsteam nehme ich viele Erfahrungen in Sachen Konstruktion und Funktion eines Motorschirms mit und bin schon gespannt, wie sich unsere Schirme in Zukunft weiterentwickeln werden. ■

Dank spezieller Bremsanlenkung begeistert der Einsteiger auch mit sehr gutem Handling.

