

aerokurier

   Das Magazin für Piloten

SPECIAL
Alles
übers Fliegen
lernen

Quintus M
Das Ende der
Spannweiten-
Riesen?

EU-Lizenz kommt
Das müssen Sie
jetzt wissen

**Kraftpaket
Ortner-Motor**

Der Diesel-Turbo

Richtig leanen: Mehr Leistung, weniger Verbrauch





Pilot-Report PA-18 TDI

Stramme Leistung

Dank Turboaufladung und Flüssigkeitskühlung vermag die Diesel-Cub ihre Qualitäten nicht nur auf Flügen in den Alpen aus, sondern auch beim F-Schlepp auszuspielen.



Fotos: Herzog

Kenner der „Dieselszene“ wissen, dass es keineswegs leicht ist, einem Selbstzündermotor aus dem Automobilbereich Flugtauglichkeit beizubringen. Unerschrocken haben sich Christian Ortner und Brigitte Danzinger aus Innsbruck dieser Herausforderung gestellt – mit Erfolg. Ihre Super Cub fliegt mit einem 150 PS starken Turbodiesel von Volkswagen.



Der 1,9 Liter große VW-Dieselmotor ist um 30 Grad geneigt eingebaut. Links der große „Wasserkühler“, rechts der Ladeluftkühler.

Was nur wenige wissen: In einem der kleinen Hangars an der Nordseite des Innsbrucker Flughafens hat eine ganz besondere Super Cub ihr Zuhause. Weltweit gibt es sie nur ein einziges Mal. Unter der Motorverkleidung des in klassischem Piper-Gelb lackierten Spornrad-Zweisitzers befindet sich nicht etwa ein Otto-Motor in Gestalt eines Lycoming O-320, sondern ein Diesellaggregat aus dem Hause Volkswagen, stramme 150 Turbo-PS stark.

Realisiert wurde das Projekt von zwei Privatpiloten, deren Berufe so gar nichts mit Motorenbau zu tun haben. Er, Dr. Christian Ortner, ist Rechtsanwalt, sie, Brigitte Danzinger, arbeitet als Physiotherapeutin in eigener Praxis. Die beiden verbindet neben der Liebe zueinander der Spaß am Fliegen und ein ausgeprägtes Interesse für Technik.

Wann genau in Christian Ortner, dem Initiator des Projekts, die Idee zu keimen begann, einen Selbstzündermotor aus dem Automobilbereich in einen Flugmotor zu verwandeln, weiß er nicht mehr. Es war wohl zu jener Zeit, als auch Frank Thielert damit begonnen hatte, aus dem Turbodiesel der Mercedes-A-Klasse den Flugzeugantrieb TAE 125 zu entwickeln.

Anfangs liebäugelte Ortner mit einem BMW-Motor, doch seine Kontakte zu dem bayerischen Pkw-Hersteller erwiesen sich als nicht gut genug, um günstig an ein passendes Vierzylinderaggregat zu kommen. Besser waren da seine Beziehungen zu Volkswagen. Zu attraktiven Konditionen gelangte er in den Besitz eines brandneuen Dieselmotors aus der ARL-Baureihe. Auch zwei Steuergeräte konnte er an Land ziehen.

Dass es bis zum Erstflug ein paar Jahre und bis zur Zulassung noch deutlich länger dauern würde, ahnten Christian Ortner und Brigitte Danzinger damals nicht. Hätten sie es gewusst, wäre das Projekt vermutlich nie in Gang gekommen. Tausende von Entwicklungs- und Arbeitsstunden waren nämlich nötig, um dem Motor Flugtauglichkeit angedeihen zu lassen und ihn von der österreichische

Luftfahrtbehörde zugelassen zu bekommen. Der Teufel steckt bekanntlich im Detail.

Erst 2004 war der Antrieb für den Erstflug bereit. Als „Trägerzelle“ diente eine Piper Super Cub, die zuvor als reparaturbedürftiger Bruch gekauft worden war. Bis zur endgültigen Absegnung durch die Behörde vergingen weitere drei Jahre. Ende Juni 2007 war es dann soweit: Christian Ortner und Brigitte Danzinger bekamen das langersehnte Zulassungspapier übergeben. Zugelassen ist ihre Cub als Eigenbauflugzeug. Weit über 500 Stunden hat der Schulerdecker seither in der Luft zugebracht. Der Motor hat sich dabei als überaus robust und zuverlässig erwiesen.

Nur wenige Arbeiten an Andere vergeben

Das ungewöhnliche Entwicklungsteam, dessen Liebe zueinander inzwischen einer Freundschaft gewichen ist, hatte während der Bauphase nur ganz wenige Arbeiten in fremde Hände gegeben. Das allermeiste wurde in Eigenregie erledigt. Um auch die vielfältigen Schweißarbeiten durchführen zu können, absolvierten die beiden Motorenbauer gar eine entsprechende Ausbildung. Selbst die Flugerprobung absolvierten sie selbst. Von Austro Control, der Luftfahrtbehörde, bekamen sie dazu die Einwilligung.

Bei allem Talent und allem Wollen gab es natürlich trotzdem Arbeiten, die sich nur von Spezialisten durchführen ließen. Dazu zählte die Programmierung der elektronischen Motorsteuerung. Sie wurde, mit Zustimmung von Volkswagen, bei der Firma IAV vorgenommen. Die Entwicklung der Umschaltbox für die ECUs erfolgte ebenfalls dort. Auch die Herstellung des Untersetzungsgetriebes ließ sich nicht „inhouse“ vornehmen, wohl aber dessen Entwicklung und der Bau der Gussformen.

Bei der Untersetzung handelt es sich um ein Zahnkettengeräte mit Drehschwingungs-



Auch beim Getriebe handelt es sich um eine Eigenentwicklung. Bei Vollgas dreht der 1,92 m große Dreiblatt-Verstellprop mit 2100 Umdrehungen.



Dank Turbolader (Mitte unten) hält der Reihenvierzylinder bis 10 000 ft Dichtehöhe volle 100 Prozent Leistung bereit.



Vorn im Fußraum generiert ein Luft-Wasser-Wärmetauscher aus dem VW Polo wohlige Wärme.

Die Tankanzeigen sind original. Neu hinzugekommen sind die Temperaturanzeigen.

dämpfer und Rutschkupplung. Die von einem Exzenter-Spannrad gestraffte Kette läuft im Ölbad. Eine Ölpumpe stellt die Schmierung sicher. Die Pumpe versorgt gleichzeitig auch die hydraulische Propellerverstellung von Woodward. Das Untersetzungsverhältnis beträgt 1:1,79166. Die maximale Motordrehzahl kommt am 1,92 m großen Dreiblattpropeller mit 2100 U/min an.

Da der Reihenvierzylindermotor nicht nur länger ist als der Originalantrieb, sondern auch 45 kg schwerer, war es erforderlich, den Antrieb möglichst nahe am Brandschott zu platzieren. Dies zog besondere Herausforderungen an die Gestaltung des Motorträgers nach sich. Auch ihn haben die beiden Motorenbauer nicht nur selbst entwickelt, sondern auch selbst geschweißt. Die beiden oberen Motorlager stammen von Simrit-Freudenberg, die unteren zwei von VW.

Mit der möglichst nahen Positionierung des Antriebs am Brandschott ließ sich die Gewichts Differenz zum Originalantrieb nicht gänzlich ausgleichen. Nach wie vor war die Cub zu kopflastig. Erst als die beiden Bordbatterien im hinteren Rumpf untergebracht und im Bereich des Spornrades zusätzlich noch 13 kg Blei eingebaut waren, herrschte Ausgewogenheit.

Im Vergleich zum Original sei die Diesel-Cub zwar 70 kg schwerer, da der Motor mit seinem zugkräftigen Prop aber mehr Biss

entwickle, merke man von den zusätzlichen Kilos im Fluge nichts, versichert uns Christian Ortner beim Rundgang um das Flugzeug. Im Gegenteil: Im Steigflug sei die Cub verglichen mit dem Original um 30 % besser.

Aufgrund der neuen Gegebenheiten am Bug musste auch die Cowling einer gänzlich neuen weichen. Mit ein paar Anpassungen war es nicht getan. Statt eines Boxers galt es einen Reihenmotor zu ummanteln. Dazu ein Getriebe, das den Motor etwas überragte, und drei Kühler – für die Kühlflüssigkeit,



Die PA-18 TDI passiert auf unserem Fotoflug Kühtai, den mit 2000 m höchstgelegenen Skiort Österreichs.



Ein Kombiinstrument informiert über Leistungsprozentwert, Propdrehzahl, Verbrauch und „Wassertemperatur“.



fürs Öl und die Ladeluft. Hergestellt wurde die neue Motorverkleidung ebenfalls in Eigenregie.

Die Direkteinspritzung des 1896 cm³ großen und mit 18,5:1 verdichteten Selbstzünders folgt dem Pumpe-Düse-Prinzip. Anders als beim Common-Rail-System wird der sehr hohe Einspritzdruck (2100 bar) für jeden Zylinder separat erzeugt. Dies geschieht mit Hilfe eines Kolbens, der über die Nockenwelle betätigt wird. Zu den Vorteilen des Systems zählt, dass es bei einem defekten Einspritzventil nicht passieren kann, dass Kraftstoff unkontrolliert in den Brennraum gelangt. Brandgefahr ist dadurch ausgeschlossen. Zu den Nachteilen zählen im Vergleich zum Common-Rail-System der höhere technische Aufwand und der im Leerlaufnahen Bereich nicht ganz so seidenweiche Motorlauf. Für den Flugbetrieb ist letzteres allerdings kaum relevant.

Aus Redundanzgründen umfasst die elektronische Motorsteuerung zwei Steuergeräte (ECUs). Jedes von ihnen verfügt über eigene Sensoren und eine eigene Batterie. Die Aufladung der 45-Ah-Batterien erfolgt durch einen einzelnen Drehstromgenerator. Ohne Batteriespannung funktioniert die Motorsteuerung nicht. Fällt der Generator aus, wird auf Batterie geflogen. Die dann noch zur Verfügung stehende Flugzeit beträgt im günstigsten Fall zwei Stunden.

Im Normalbetrieb ist die ECU 1 im Einsatz. Die ECU 2 dient als Back-up. Mittels Anlasser gestartet werden kann der Motor nur mit Hilfe der ECU 1. Eine Vorglühphase gibt es nicht. Lediglich bei tiefen Minustemperaturen sollte nach dem Einschalten der ECU mit dem Betätigen des Starterknopfes so lange gewartet werden, bis das Glührelais klickt. Airstarts mittels Windmilling hingegen sind mit beiden ECUs möglich. Daraus ergibt sich ein wichtiger Sicherheitshinweis für das Handling am Boden: Bei eingeschalteter ECU darf der Propeller nicht von Hand bewegt werden. Ob die ECUs „heiß“ sind, lässt sich mit einem Blick ins Cockpit feststellen.

Jede der beiden Steuereinheiten wird von einem eigenen Paket Sensoren mit folgenden Informationen versorgt: Kurbelwellen- und Nockenwellenposition, Ansaugluftdruck und -temperatur, Kühlmittel- und Treibstofftemperatur.

Für die Überwachung des Motors gibt es mehrere Instrumente. Am augenfälligsten ist das CAN-View-Kombiinstrument. Es informiert, digital und mittels Balkendiagramm, über die Motorleistung (%), die Propdrehzahl (U/min), den Spritdurchfluss (l/h) und die Kühlmitteltemperatur (°C). Am Panel rechts befinden sich noch zwei Doppeleinstrumente für Ladedruck/Abgastem-

peratur und Öldruck/Öltemperatur. An jeder Flügelwurzel gibt es darüber hinaus Anzeigen für die Tankmenge und die Treibstofftemperatur.

Der vom Motor nicht benötigte Treibstoff wird – gut erwärmt – in jenen Tank, aus dem er entnommen wurde, zurückgeführt. Die Tanktemperatur beträgt in aller Regel um die 40 °C. Sollte die Temperatur im nicht genutzten Tank extrem absinken, ist es erforderlich, den Tankwahlschalter umzulegen. Dadurch gelangt warmer Sprit in den eiskalten Tank. Eine drohende Ausflockung wird dadurch vermieden. Mit ihr ist ab etwa minus 20 °C zu rechnen. Auf unserem Flug meldete der Betriebstank 38,5 °C und der Reservetank minus 6,5 °C.

Die Einweisung auf den Motor ist einfach

Empfohlen wird, den Motor vorrangig mit Autodiesel zu betreiben. Jet A-1 oder Biodiesel können zwar ebenfalls verwendet werden, dies sollte allerdings nur kurzzeitig geschehen. Der Umgang mit dem Ortner/Danzinger-Diesel erfordert keine komplizierte Einweisung. Die beiden Flugmotor-enthusiasten folgten bei der Entwicklung der Devise „KISS – keep it stupidly simple“.

Für den ECU-Check vor dem Start steht der Prophebel auf kleinster Steigung (ganz vorn) und der Leistungshebel auf 10 %. Nach dem Einschalten der ECU 2 wird der Wahlschalter von 1 auf 2 gestellt. In der Folge sinkt die Drehzahl kurz ab und erreicht danach schnell wieder den ursprünglichen Wert. Gleiches geschieht beim Umschalten von der ECU 2 auf 1. Der Leistungshebel darf danach wieder in die Leerlaufposition gebracht werden. Die ECU 2 wird ausgeschaltet, und der Wahlhebel steht nun wieder, wie schon zu Beginn des Checks, auf 1. Die Leerlaufdrehzahl liegt bei 850 U/min.

Bei 25 % Leistung folgt anschließend der Propellercheck. Der Verstellhebel wird dreimal gefühlvoll so weit nach hinten gezogen, bis die Drehzahl um etwa 100 U/min abfällt. Ist auch dieser Check abgehakt und sind die ansonsten üblichen Pre-Take-off-Prüfungen erledigt, steht dem Take-off nichts mehr im Wege.

Unser Start erfolgt bei minus 6 °C OAT und 1023 hPa von der Piste 26. 0066 bekommen wir als Transpondercode mit auf den Weg. Parallel zu uns begibt sich auch die Fotomaschine in die Luft, eine Aviat Husky, 180 Nonturbo-PS stark. Der blaue Himmel über schneebedeckter Landschaft lässt attraktive Luftaufnahmen erwarten. Nachdem wir kurz dem Inntal gefolgt sind, geht es mit



Air Alliance – a passion for flying

Air Alliance

EUROPEAN LAUNCH: REDBIRD TRAINING DEVICES NOW AVAILABLE AT AIR ALLIANCE

THE FULL MOTION MCX SIMULATOR AND TRAINING DEVICES ARE NOW READY FOR TESTFLIGHT. FLY THE NEW SIMULATOR EXPERIENCE!

Air Alliance GmbH
Airport Siegerland
57299 Burbach
Germany
Phone: +49 (0) 2736 4428 0
Fax: +49 (0) 2736 4428 25
email: info@air-alliance.de
www.air-alliance.de

Contact:
Florian Bauer
Phone: +49 (0) 2736 4428 48
Fax: +49 (0) 2736 4428 25
email:
f.bauer@air-alliance.de



Schedule your testflight for AERO 2012 now on: www.air-alliance.de

AERO
FRIEDRICHSHAFEN
Visit us at
AERO
2012
Hall A3

Daten Piper PA-18 TDI

Allgemeine Angaben

Ausgangsmuster	PA-18-150
Erstflug	August 2004
Flugerprobung	Dr. Christian Ortner, Brigitte Danzinger
Zulassung	Juni 2007
Zertifiziert von	Austro Control
zugelassen als	Eigenbauflugzeug in der Lufttüchtigkeits- gruppe „Normalflugzeug“

Antrieb

Hersteller	Volkswagen AG
umgebaut von	Dr. Christian Ortner, Brigitte Danzinger
Motortyp	Baureihe ARL, Reihenvierzylinder-Diesel, Pumpe-Düse-Direkteinspritzung mit Abgasturbolader, Ladeluftkühler und redundanter Motorsteuerung
Hubraum	cm ³ 1896
Verdichtung	18,5:1
max. Leistung	kW/PS 110/150
max. Drehzahl	U/min 3762
max. Dauerleistung	kW/PS 110/150

Untersetzungsgetriebe

Art	Zahnkettengetriebe im Ölbad mit Pumpe und Spannrad; Getriebewellen mit Wälzlager
-----	--

entwickelt von Dr. Christian Ortner,
Brigitte Danzinger
Untersetzungsverhältnis 1:1,79166

Propeller

Hersteller	Mühlbauer
Art	hydromech. Verstellprop
Material	Holz/Composite
Durchmesser	cm 192
Blattzahl	3
max. Drehzahl	U/min 2100
Propregler von	Woodward
Lärmwert	dB(A) 71,5



Massen und Mengen

Leermasse	kg	595
Maximalmasse	kg	906
Zuladung	kg	311
Spritmenge	l/kg	136/109
„Full fuel“-Nutzl.	kg	202
max. Gepäck	kg	23

Flugleistungen

Startrollstrecke	m	136
V _R	mph	50
Startstrecke	m	256
V _x	mph	60
V _y	mph	70
bestes Steigen	ft/min	980
max. Flughöhe	ft	22 000+
Geschwindig./Verbräuche (mph / l/h)		
- 100 %		120 / 32
- 75 %		110 / 23
- 65 %		103 / 20
- 55 %		95 / 17
V _{NE}	mph	153
V _{NO}	mph	121
V _A	mph	96
V _{FE}	mph	85
V _G	mph	70
V _{S1}	mph	52
V _{SO}	mph	50
Landestrecke	m	305
Landerollstr.	m	124

einem Linksturn hinein ins Sellraintal. Bei 80 % Power und 80 mph meldet das Vario der Oskar-Papa-Whiskey 800 ft/min. Das CAN-View beziffert den Verbrauch auf 24,8 l/h.

Obwohl es draußen recht frostig ist, herrscht an Bord der Diesel-Cub wohlige Wärme. Erzeugt wird sie von einem Luft-Wasser-Wärmetauscher. Dieser stammt aus einem VW Polo. Installiert ist der Wärmetauscher im vorderen Fußraum. Versorgt wird er über den kleinen Motorkühlkreislauf. Aktivierung und Dosierung der Heizung obliegt einem am rechten Panel platzierten Bedienknopf.

In der Nähe des Pirchkogel angekommen, absolvieren wir den eigentlichen Fotoflug. Unter uns die proper präparierten Skipisten und naturbelassenen Abfahrtstrecken von Kühtai, dem mit über 2000 Metern höchstgelegenen Skiort Österreichs. In unmittelbarer Nähe der Finstertalsee, etwas weiter westlich das Ötztal. Der Prop der Diesel-Cub packt beim Gassetzen entschlossen zu. Der Turbolader gleicht den höhenbedingten Leistungsverlust mühelos aus. Bei Bedarf stehen bis 10 000 ft Dichtehöhe 100 % Power bereit. In 21 000 ft Dichtehöhe sind es unter Einhaltung der maximalen Turbolader-Eintritts-temperatur (800 °C) noch 55 %.

In puncto Motorbedienung ist der Innsbrucker Diesel unkomplizierter als ein Otto-Saugmotor mit Constant-Speed-Propeller. Gilt es eine bestimmte Leistung zu setzen, werden der Gas- und Prophebel simultan bewegt, bis der angestrebte Wert in etwa anliegt. Danach erfolgt mit dem Prophebel die Feinjustierung. Da die beiden Bedienhebel dicht beieinander liegen, lassen sie sich problemlos gemeinsam führen.

Stehen beide Hebel ganz vorn, entspricht dies 100 % und 2100 U/min. Als Speed stellen sich dann bei einem Verbrauch von 32 l/h 120 angezeigte mph ein. Bei 75 % und 1750 U/min sind es 110 mph IAS. Der korrespondierende Verbrauch beträgt 23,5 l/h. Bei 55 % und 1550 U/min werden bei 16,5 l/h 95 angezeigte mph erreicht.

Bei der Rückkehr nach Innsbruck darf uns die OE-APW noch etwas anderes zeigen. Dank ihres großen Verstellpropellers kann sie im Endanflug lange mit hoher Geschwindigkeit geflogen werden. Beim Approach auf die 08 sind wir bei 50 % Power mit 120 mph indicated unterwegs. Der Propeller dreht sich dabei mit 1550 U/min. Erst kurz vor der Schwelle werden die Propblätter auf kleinste Steigung gestellt. In der Folge bremst die Maschine vehement ab. Als

85 mph anliegen, fahren die Wölbklappen aus. Die nicht viel später bei 65 mph eingeleitete Ausschwebephase fällt kurz aus. Mit Hilfe dieser Technik ist es möglich, steil anzufliegen und auf kürzester Distanz zu landen.

Kompliment an Christian Ortner und Brigitte Danzinger. Was die beiden Motorenbauer im Nebenberuf da auf die Beine gestellt haben, ist wahrlich beeindruckend. Ihr Turbodiesel wartet mit exzellenter Leistungscharakteristik und einfacher Bedienbarkeit auf. Gewöhnungsbedürftig ist nur eines: die Cowling. Sie beraubt die Super Cub etwas ihres ursprünglichen optischen Charmes – jedenfalls dann, wenn man sie, am Boden stehend, direkt von vorn betrachtet.

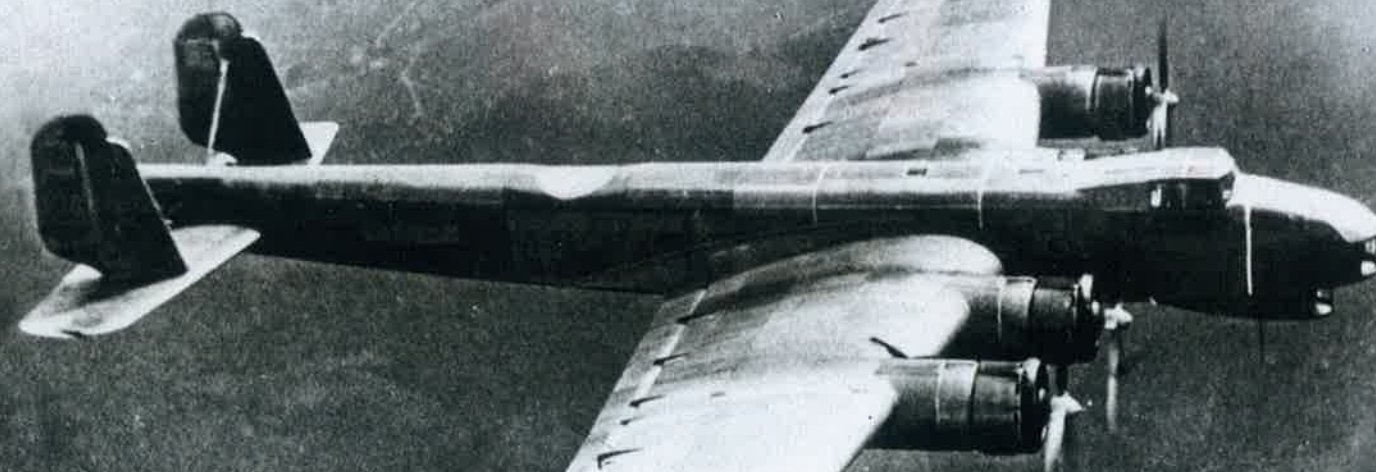
Bernd Gaubatz

Fazit

Was uns an dem Motor besonders gefällt:

- gute Leistungscharakteristik
- einfach zu bedienen
- thermisch robust
- sehr gute Heizleistung
- robustes Getriebe

Fliegende Legenden



Klassiker der Luftfahrt aus der FLUG REVUE-Edition präsentiert spannende Dokumentationen über historische Flugzeuge und ihre faszinierende Technik. Mit einzigartigen Drei-Seiten-Zeichnungen und Foto-Raritäten.

Exklusive Szene-News, Termine, Foto-Shows und vieles mehr: Jetzt NEU!
www.klassiker-der-luftfahrt.de

Klassiker der Luftfahrt

Die faszinierendsten Flugzeuge der Welt