

BREEZY RLU-1



Breezy Prototyp

Bau-und Erprobungsbericht des Fliegenden Windelständers D-EPCF

Die Überschrift zeigt schon, mit welchen Kommentaren man sich auseinandersetzen muss, wenn man eine Breezy baut. Als ich Mitte der 80er Jahre meinen PPL machte, wollte ich eigentlich nur UL fliegen. Die offenen Konstruktionen der frühen Ultraleichtflugzeuge faszinierten mich durch ihre Einfachheit und den ursprünglichen Spirit der Fliegerei, den sie bis heute ausstrahlen. Während der folgenden Jahre lernte ich immer komplexere Flugzeuge zu fliegen und erst nach vielen Jahren als Fluglehrer und Freelancer in der gewerblichen Fliegerei wollte ich endlich wieder ‚back to the roots‘. Im Internet stolperte ich zufällig über ein altes Schwarzweiß Foto der ersten Breezy und wusste sofort, dass ich so ein Flugzeug haben will.

Anfang der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts fanden drei befreundete Piloten in Chicago die verstaubten Flügel einer PA12 und beschlossen einen Retro-Flieger zu bauen, der den ersten fliegenden Kisten der Luftfahrt ähneln sollte. Sie kauften einen Continental C-90 und schweißten munter drauflos. Bei den damaligen EAA-Treffen in Rockford war das Flugzeug der absolute Hingucker und viele fragten nach Plänen, die es aber natürlich noch gar nicht gab. Aufgrund der vielen Nachfragen zeichneten sie dann das Flugzeug ab und verkauften bis heute angeblich ca. 1000 Pläne. Ich schätze es wurden bis jetzt etwa 500 gebaut, die allermeisten natürlich in den USA. In Europa gibt es meines Wissens zurzeit 4 Exemplare in Belgien, Frankreich, der Schweiz und nun nach 14 Jahren Bauzeit auch eines in Deutschland.

Ich besorgte mir also die 13 Zeichnungen und 2005 flog ich nach Oshkosh, wo ich zum ersten Mal eine Breezy in Natura sah und auch fliegen durfte. Es war noch viel besser als ich es mir vorgestellt hat-

te – ich dachte sofort, Breezy fliegen ist wie nackt schwimmen !

Die Pläne sind professionell gezeichnet und enthalten alle Informationen die man braucht – bis auf die Flügel, die muss man sich selber suchen...

Ich fing also erstmal an, den Rumpf zu bauen und nach Piper Flügeln zu suchen.

Der Rumpf

Vier Jahre Sägen, Schleifen und Schweißen.

Die Pläne sehen die Verwendung von SAE 4130 Stahlrohren vor. Nach Rücksprache mit meinem Gutachter Ingo Luz entschied ich mich für das deutsche Äquivalent DIN 1.7734.4 und WIG-Schweißen. 1.7734 ist etwa 15% zugfester und mittlerweile dreimal so teuer wie 4130, aber man gönnt sich ja sonst nix. Das Material hat ausserdem den Vorteil, dass es beim Schweißen praktisch nicht aufhärtet

und dadurch die anschließende Hitzebehandlung entfällt. Statt der originalen Durchmesser und Wandstärken wählte ich die nächst größeren metrischen Abmessungen. Die damit verbundene Gewichtszunahme war unwesentlich, die Verstärkung der Struktur war enorm. Der ganze Rumpf wiegt ca. 70 kg, erwies sich jedoch als so lang, daß ich ein Loch in die Rückwand der Garage hacken musste... Ich baute nur einfache Hellinge, schlif die Rohre penibel mit einem Geradschleifer auf optimale Passung und heftete die Teile mit einem kleinen WIG-Gerät. Dann brachte ich alles zu Roman Weller in Schwäbisch-Hall, der die Schweißnähte in drei langen Sitzungen fertigstellte. Es war hinterher kein Verzug durch das Schweißen erkennbar.

Anschließend gestrahlt und sofort grundiert mit hochgiftigem aber unübertroffenem Zinkchromat. Der Decklack ist PU-Autolack.

Ein Video über diese Bauphase findet man bei youtube unter ‚Breezy-Projekt‘.



Roman Weller
bei der Arbeit



Rumpfgerüst



Glasperlenstrahlen

Dem Ingenieur ist nichts zu schwör

Eine Plan-konforme Breezy rotiert erst bei relativ hoher Startlaufgeschwindigkeit, weil

1. der Einstellwinkel der Tragflächen 0° beträgt,
2. das Leitwerk laut Carl Unger (einem der drei Konstrukteure) recht klein ist, und
3. der Schwerpunkt weit vor dem Hauptfahrwerk liegt.
4. Außerdem ist das Bugrad ungefedert und bei harten Landungen neigt die erste Station des Rumpffachwerks zum Nachgeben ...

Folgende Änderungen habe ich deshalb vorgenommen:

Das Hauptfahrwerk wurde um einen Zoll tiefergelegt und das Bugrad mit einer stabilen Federung versehen, die den Bug um weitere zwei Zoll anhebt. Dadurch ergibt sich im Startlauf ein deutlich höherer Anstellwinkel.

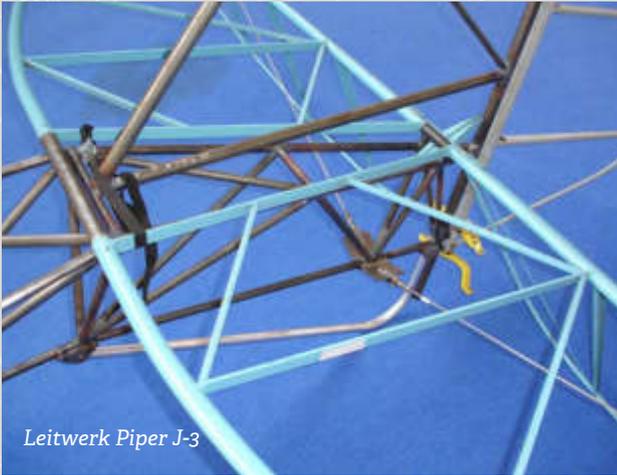


fertig grundiert



Bugfahrwerk

Als Leitwerk baute ich das einer Piper J-3 ein.



Leitwerk Piper J-3

Auf die Piper Spindeltrimmung habe ich verzichtet und stattdessen eine Flettnertrimmung mit Stellhebel gebaut. Dieser Hebel ist rechts neben dem Sitz angebracht und selbstarretierend. Dadurch kann man ihn bedienen wie die Höhensteuerung des Knüppels. Bedingt durch diese Änderungen musste ich die gesamte letzte Station neu planen und einen Belastungstest durchführen.

Um das Flugerlebnis mit der Person auf dem Rücksitz teilen zu können baute ich die komplette Doppelsteuerung einer ausgeschlachteten J-3 ein. Räder und Bremsen sind von einer C172, die Fußbremszylinder sind wiederum aus einer J-3. Die Bremswirkung ist trotz Kombination der Scott-Ha-

ckenbremszylinder mit den Scheibenbremszylindern gut.

Frankenstein hätte seine Freude daran ...

Nach jahrelanger Suche fand ich dann auch endlich meine Flügel – Sie lagen seit 1957 originalverpackt in einem Bundeswehr-Hangar und waren vorsorglich als Ersatzteile gedacht für eine L-18C, der Militärversion der PA-18. Die originale Bespannung war natürlich spröde und musste durch Ceconite ersetzt werden, innen sind sie wie neu – Glück muss man haben ...

Durch den Einbau eines zweiten Flügel tanks stehen nun 136 Liter ausfliegbarer Kraftstoff zur Verfügung.

Von Anbeginn des Projektes war mir klar, dass ich mit einem Pusherpropeller direkt hinter den Flächen bei der obligatorischen Lärmschutzmessung ziemlich schlechte Karten haben würde. Also suchte ich nach einem Motor, der bei mindestens vergleichbarer Leistung deutlich niedriger dreht als der C-90.

Schnell fand ich heraus, dass die meisten Breezies mit einem O-235 ausgerüstet sind, viele auch mit



Tragflügel L-18C

einem O-320 oder sogar O-360. Das höhere Gewicht dieser Motoren schien also kein Problem zu sein, mehr Leistung ist ja sowieso prima, aber an der Propellerdrehzahl ändert das natürlich nichts. Einen Rotax wollte ich nicht, der wäre vielleicht sogar etwas zu leicht gewesen und ich liebäugelte schon mit dem australischen Rotec R3600 Sternmotor. Aber bei näherer Betrachtung schied er aus, weil die Flügel zu weit hätten ausgeschnitten werden müssen, um ihm Platz zu machen. Über seine Zuverlässigkeit und Verarbeitung hört man leider auch viel Unterschiedliches, um es vorsichtig auszudrücken. Im Internet stieß ich dann auf Edy Schütz, der seine Breezy kurz zuvor mit einem Mazda Wankelmotor aus dem RX-7 fertig gebaut hatte und damit die strengen Lärmschutzforderungen der Schweiz erfüllte. Das fand ich zumindest schon mal sehr interessant und so flog ich zum Flugplatz Speck bei Zürich, um mir seinen Flieger und seinen Motor anzuschauen. Selbstverständlich war ich sehr skeptisch mit meinem Halbwissen über diese Motoren, aber das Konzept und Edy's Sachverstand haben mich überzeugt. Mittlerweile glaube ich, einiges darüber gelernt zu haben.



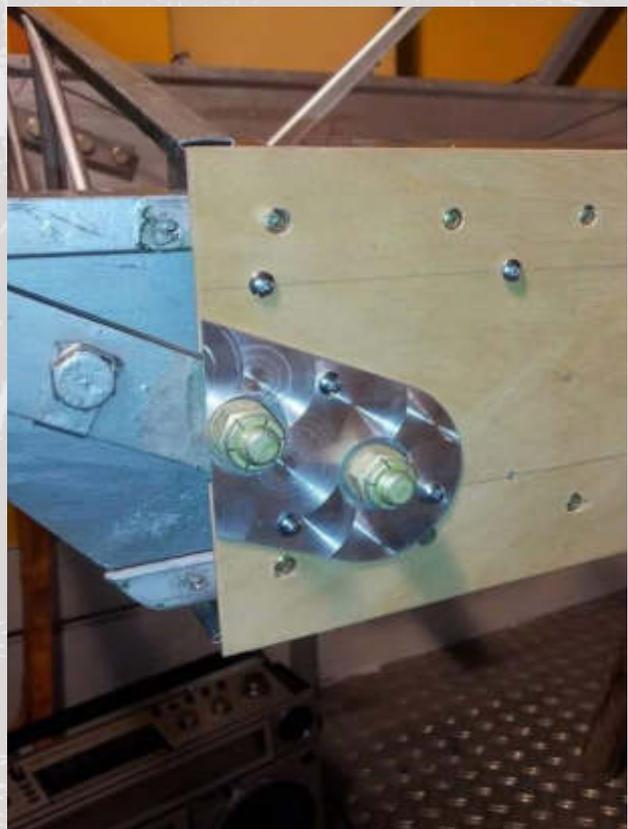
Flügel



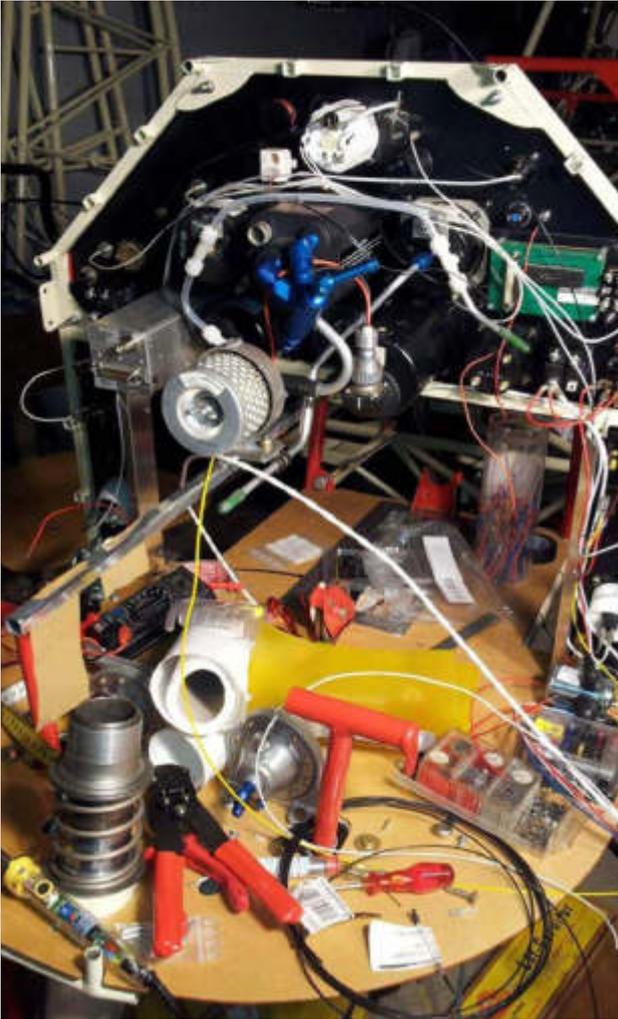
Ken (links) und der Autor



Flügel



Holmbeschlag



Rückseite Panel



Sitzprobe



Rohbau auf AERO



Rückseite Panel

Das Triebwerk

Wankelmotor ??

Das ist doch Schnee von gestern !!

Der Mazda 13B Wankelmotor wird seit seinem Erscheinen in den USA, wo der RX-7 1978 als Porsche-killer eingeführt wurde, mit großem Erfolg in der Autorennszene und bei Experimentalflugzeugen eingesetzt. Es wurden von Mazda circa eine Million (!) dieser Motoren gebaut. Es ist ein Zweikammer Wankel mit drei wesentlichen zur Krafterzeugung beweglichen Teilen, nämlich der Kubelwelle und den zwei Rotoren. Die Kurbelwelle ist eigentlich gar keine Kurbelwelle, denn es gibt keine Pleuel oder Hubzapfen. Sie wandelt vielmehr die kreisende Bewegung der Rotoren in eine ebenso kreisende Bewegung der Welle um. Sie ist leicht exzentrisch geformt und es ist noch nie (!) eine kaputtgegangen. Die Rotoren treiben die Excenterwelle (wie sie richtig heißt) direkt ohne Pleuel an und drehen sich dreimal so langsam wie die Welle.



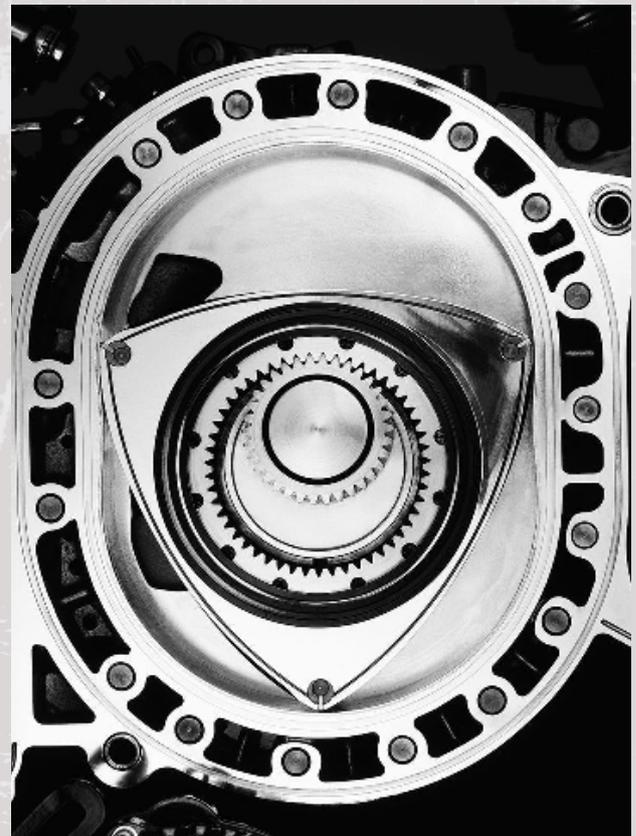
Excenterwelle

Selbst bei Drehzahlen bis 8000rpm liegt die Geschwindigkeit der Dichtleisten nicht über der Kolbengeschwindigkeit entsprechender Ottomotoren. Der 13B Wankelmotor ist ein 4-Taktmotor ohne Ventile und Nockenwelle, schlitzgesteuert durch die seitlichen Einlässe und die drehenden Rotoren. Kleine Bemerkung off topic: Eine RV mit Mazda Wankelmotor stellte kürzlich den time to climb world record für Kolbenflugzeuge auf – 10.000 Fuss in 100 Sekunden

(siehe ‚rotary time to climb world record‘ auf youtube)

Was ist mit dem sagenumwobenen Ölverbrauch?

Das Motoröl, welches ausschließlich der Schmierung der Excenterwelle dient und einen Grossteil der Hitze abführt kommt praktisch nicht mit den Verbrennungsrückständen in Berührung. Konstruktiver Nachteil: es muss Öl in den Verbrennungsraum eingespritzt werden um die Dichtleisten zu schmieren. Dazu dient die ‚metering oil



seitliche Einlassschlitze

pump', welche diese Aufgabe drehzahlabhängig übernimmt. Um die Zuverlässigkeit dieses Systems zu übertreffen, haben sich die Rennfahrer und homebuilder in den USA folgendes ausgedacht: Die Pumpe wird ersatzlos ausgebaut und stattdessen dem Kraftstoff Zweitaktöl beigemischt. Dieses Öl ist für diesen Zweck natürlich besser geeignet als das 20W-50 aus der Ölwanne, denn es verbrennt viel sauberer. Für den Betrieb reicht eine Mischung von 1:140, was der Menge entspricht, die normalerweise in die Pumpe einspritzt. Das ganze Setup ist unglaublich einfach und robust im Vergleich zu Ottomotoren. Aufwendig ? Kompliziert ? Ein Lycoming braucht einen Ölcheck vor jedem längeren Flug, ein 13B beim Tanken - für mich jedenfalls ist das akzeptabel.

Kaputte Dichtleisten?

Es ist zutreffend, dass die Ro 80 Wankelmotoren von NSU große Probleme damit hatten. Die Japaner hatten das Problem natürlich erkannt und nach anderen Materialien gesucht. Es gibt schon lange Dichtleisten aus speziell entwickelten Legierungen bzw. auch aus Keramik, die den härtesten Beanspruchungen widerstehen.

Säuft der nicht wahnsinnig viel ?

Es stimmt, dass die im Automobilbau verwendeten Wankelmotoren und natürlich auch der Mazda 13B sehr durstig sind. Im Vergleich zu Ottomotoren liegt der spezifische Verbrauch um bis zu 30% höher. Das liegt zum großen Teil an der unvollkommenen Brennraumgeometrie des Wankels. Diese ist nur bei relativ hoher Drehzahl / Leistungsabgabe so effizient, wie ein vergleichbarer Ottomotor. Und damit kommen wir zum Knackpunkt: Wie wir alle wissen, arbeiten typische Automotoren auf der Straße zum überwiegenden Teil bei 15-30% Leistung, während

Flugmotoren überwiegend bei 60-80% power-setting betrieben werden.

Der Mazda 13B ist ein sehr standfester Motor, vorausgesetzt man versorgt ihn immer mit ausreichend Kühlung und Schmierung. Ihm dauerhaft 70% Leistung abzuverlangen ist kein Problem, denn er ist sehr robust gebaut und verträgt hohe Dauerdrehzahlen ohne jede Einschränkung. (siehe oben: durchschnittliche Kolbengeschwindigkeit, keine Ventile, keine Nockenwelle). 13Bs flogen schon klaglos über 2000 Stunden mit 6000-7000rpm.

Weil bei dieser Drehzahl die Brennraumgeometrie der Wankelmotoren einen hohen Wirkungsgrad hat, verbrauchen sie dabei auch nicht mehr als vergleichbare ältere Flugmotoren.

Mein 13B wiegt firewall forward mit Kühlwasser und Öl etwa genauso viel wie ein O-360, hat ca. 180 PS und verbraucht in meinem Flugzeug (welches eine aerodynamische Katastrophe ist) im Moment (dazu später) etwa 35 Liter pro Stunde MO-GAS!

Failure mode

Ebenso wie wahrscheinlich die meisten unter uns, habe ich bis jetzt fast alle meine Flugstunden hinter bzw. zwischen den handelsüblichen Flugmotoren der Marke Lycoming oder Continental verbracht. Ich habe jeden Moment davon genossen in dem Bewusstsein, mich einem bewährten und zuverlässigen Triebwerk anzuvertrauen. Es ist schön, dass wir diese Motoren haben, auch wenn sie vielleicht nicht mehr zeitgemäß sind. Ich mag diese Motoren wirklich sehr!

Was die Zuverlässigkeit eines Wankels im Flugbetrieb angeht, kann ich keine Aussage machen, denn es gibt diesbezüglich zu den wenigen hundert fliegenden 13Bs einfach keine Statistik. Selbstverständlich jedoch habe ich viel dazu im Internet gelesen und möchte zumindest meinen persönlichen Eindruck schildern.

Grundsätzliches zu fliegenden Automotoren:

Automotoren stammen in der Regel aus der Großserie und sind erst einmal, wenn man nichts an ihnen ändert und sie im Auto lässt, wo sie eigentlich hingehören, sehr zuverlässig. Beim Einsatz im Flugzeug ergeben sich veränderte Bedingungen, von denen einige unkritisch sind, andere jedoch leider nicht. Normalerweise wird am ‚long block‘ eines Automotors wenig oder gar nichts verändert. Bei den Aggregaten sieht das aber ganz anders aus. Und eben diese Aggregate wie Einspritzung, (Doppel)zündung, Vergaser, Vorwärmung, Kühlung und vor allem Untersetzungsgetriebe sind die Teile, die geändert werden und die bei Eigenbauten zu Problemen führen können. Ich denke man darf sagen, dass herkömmliche Flugmotoren wegen durchgebrannter Ventile, abgerissener Pleuel oder gebrochener Kurbel- und Nockenwellen schon mehr als einmal versagt haben.

Und wenn ein Motor das alles gar nicht hat ?

Die Erfahrungen mit dem 13B im Rennsport haben gezeigt, dass der Motor in der Regel 20-30 Minuten mit leicht verminderter Leistung weiter läuft, nachdem er sämtliche Kühl und/oder Schmiermittel verloren hat. Wenn man sich den grundsätzlichen Aufbau anschaut, ist das durchaus nachvollziehbar. Ich möchte hier wohlgerne nichts schönreden oder anderes verteufeln, sondern nur meine Gedanken teilen. Ich bin selbst erst am Anfang der Erprobung und hoffe, dass alles weiterhin gut läuft ... Meinen Motorblock habe ich von dem im amerikanischen Rennsport bekannten Wankelzulieferer Bruce Turrentine bauen lassen. Die gesamte Peripherie wie Gemischbildung, Doppelzündung, Kühlung, Abgasanlage usw. habe ich selbst gebaut. Und genau das sind die Komponenten, auf die ich aus oben genannten Gründen besonders gut aufpassen muss.

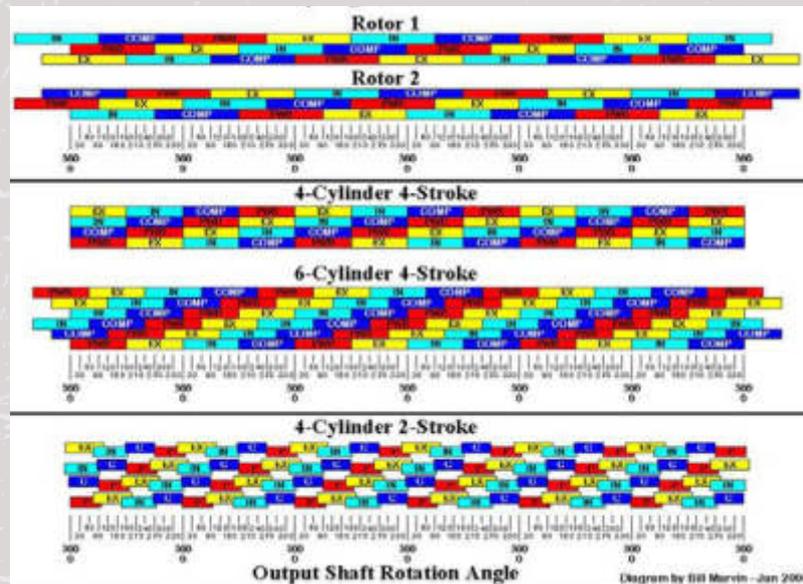
Zündung und Gemischbildung

Der 13B meiner Baureihe hat im Auto eine elektronische Zündung und Einspritzung, der direkte Vorgänger hatte Transistorzündung und Vergaser. Die Motorsteuerung des RX-7 gilt als robust und zuverlässig. Sie hat aber zwei wesentliche Eigenschaften, die im Auto sinnvoll, im Flugzeug jedoch sinnlos sind.

1. Sie ist nicht redundant
2. Sie stellt den Motor ab, wenn er überhitzt

Doppelzündung

Moderne Wankelmotoren wie der 13B, haben zur besseren Verbrennung des Gemischs im flachen Brennraum zwei Zündkerzen pro Rotorgehäuse (Trochoide). Die zuerst zündende Kerze (leading plug) zündet bei Vollast etwa 20° vor dem oberen Totpunkt, die spätere Zündkerze (trailing plug) bei ca. 10° vor OT. Aufgrund der zwei Zündkerzen ist es recht einfach, diese auf zwei Zündsysteme aufzuteilen und damit die gewünschte Redundanz zu erhalten. Der Verlust der leading Zündung führt zu einem Leistungsverlust von etwa 15%, der Leistungsverlust bei Ausfall der trailing plugs ist sehr gering und nur auf dem Prüfstand nachweisbar.



weiche Arbeitstaktüberschneidung

Glücklicherweise ist der Schaft des OT-Punkt Gebers baugleich mit dem Zündverteiler des Vorgängermodells. Einen solchen Zündverteiler habe ich gebraucht gekauft, nach Handbuch überholt und so umgebaut, dass die jeweiligen leading plugs der beiden Trochoiden gar nicht mehr über den Verteilerfinger laufen, sondern jede Kerze einzeln mit einer eigenen Zündspule direkt angesteuert wird. Die trailing plugs laufen wie vorher über den Verteilerfinger, haben aber eine eigene Stromversorgung über das zusätzliche ‚rechte‘ Bordnetz, bestehend aus einer weiteren Batterie und einem zweiten Alternator aus einem Gabelstapler.



Lichtmaschine aus Gabelstapler

Dieser zweite Alternator befindet sich am Motor an der Stelle, in der vorher im Auto der Kompressor der Klimaanlage war. Zusätzlicher Vorteil: Die Wasserpumpe wird jetzt über zwei Keilriemen angetrieben, anstatt einem. Der beschriebene Umbau der Zündanlage stammt aus der amerikanischen Rennszene und nennt sich DLIDFIS (dual leading ignitor direct fire ignition system)

Gemischbildung

Eine redundante elektronische Einspritzung wäre sicherlich möglich, aber ich bin kein Entwicklungsbetrieb und bevorzuge die old-school Variante mit Vergaser ...

Wie schon erwähnt, erfreut sich der 13B einer großen Beliebtheit auf den Rennstrecken der USA und so gibt es einen gut sortierten Zubehörmarkt. Sehr beliebt sind Umbauten auf Weber Rennvergaser.



Weber Rennvergaser

Das fand ich schon immer sehr schön, nicht zuletzt weil sich diese Vergaser an jeden Motor optimal anpassen lassen, vorausgesetzt man hat kapiert, wofür die ganzen Schrauben und Düsen gut sind ...

Also habe ich mir erst einmal vier Dinge gekauft:

1. Eine custom Ansaugbrücke für Weber dcoe
2. Einen 45 dcoe Weber Doppelflachstromvergaser
3. Ein detailliertes Handbuch zum Einbau und tunen eines Weber-Rennvergasers
4. Noch ein Handbuch mit demselben Thema...

Ich habe Wochen gebraucht, bis ich alles verstanden habe und nochmal Monate bis der Motor rund lief. Bei der Abstimmung des Vergasers benutzte ich außer den EGT Anzeigen noch eine Breitband-Lambda-sonde.

Die Suche nach der Ursache für einen unrunder Motorlauf bei ca. 3000rpm hat mich viele Wochen gekostet, denn ich suchte den Fehler in der Bedüsung des Vergasers. Schließlich stellte sich heraus, dass die pickup-Spulen für die GM Zündmodule, die ich eingebaut hatte, bei der Baureihe meines Zündverteilers andersrum gepolt werden müssen, um sauber zu funktionieren ...

Mittlerweile springt der Motor bei jedem Wetter, egal ob kalt oder betriebswarm, besser an als mein Daimler. Er läuft jetzt im gesamten Drehzahlbereich seidenweich und übergangslos über alle drei Vergaserkreise. Oben auf der carb-heat-box ist ein grosser K&N Luftfilter. Mein Prüfer Werner Koch meinte, ich sollte einen anderen Deckel bauen um eventuell seitlich einströmendes Regenwasser fernzuhalten. Nach zwei Wochen erfolglosem Nachdenken war das Problem mit einem beherzten Griff in den Küchenschrank gelöst – Fissler Pfannendeckel.



Fissler Pfannendeckel

Kühlung

Ein Wankelmotor gibt seine Hitze zu 30% über das Öl und zu 70% über das Kühlwasser ab.

Der originale Ölkühler des RX-7 ist sehr gut gebaut und groß genug – wesentlich größer als z.B. der eines O-360.

Als Wasserkühler wollte ich gerne einen schönen glänzenden aus Aluminium haben, der ausreichend dimensioniert ist und genau in das Rumpffachwerk

unter dem Motor passt. Nach einiger Suche fand ich einen aftermarket Kühler von Mishimoto, der eigentlich für einen Mitsubishi Eclipse gedacht ist.



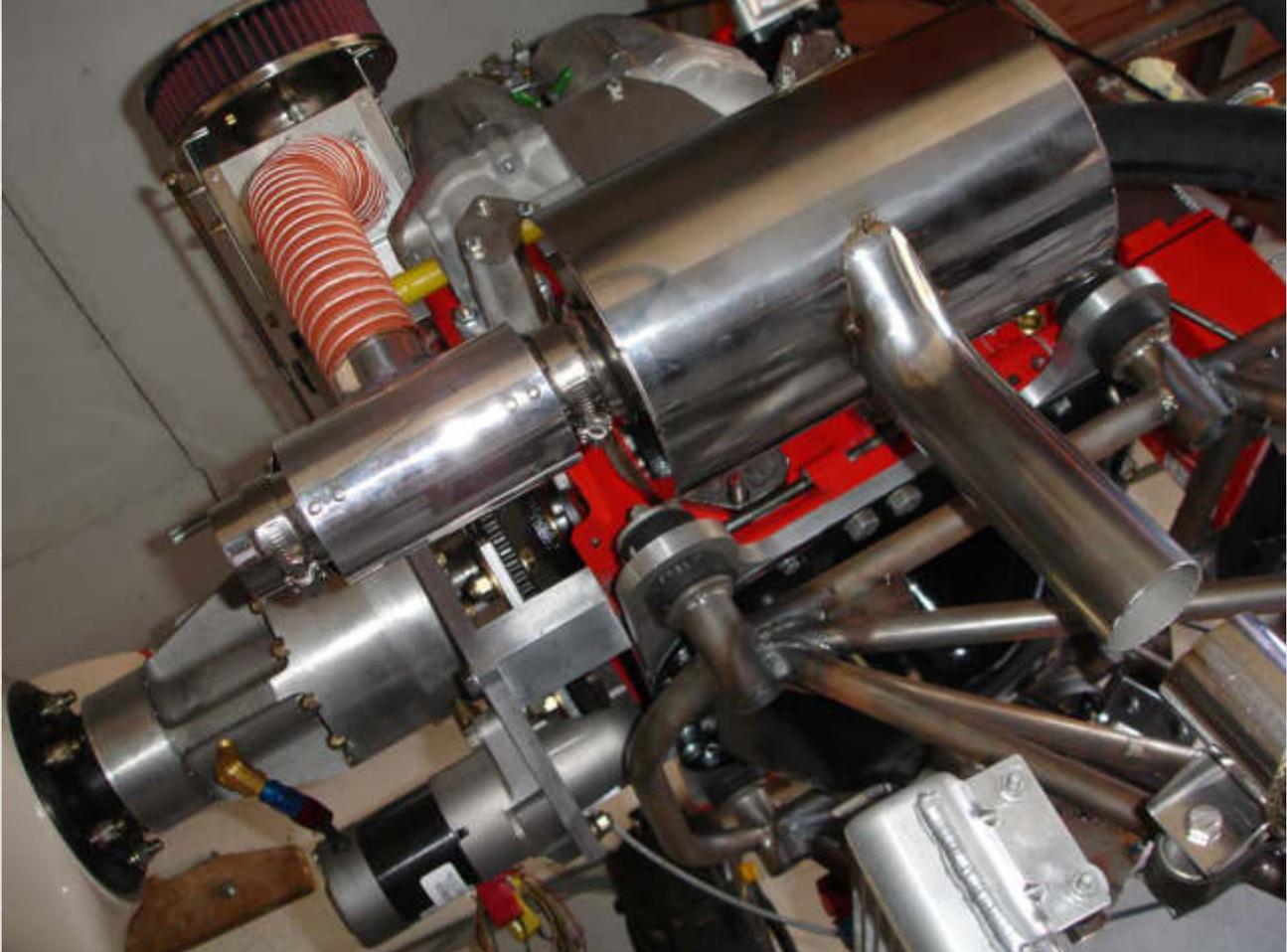
Ölkühler

Die Anschlüsse mussten natürlich versetzt und Halterungen angeschweißt werden. Zusätzlich habe ich einen SPAL-Lüfter montiert, den ich aber außer bei den Motorstandläufen im heißen Sommer bis jetzt nie wirklich brauchte.

Abgasanlage

Die Abgase eines 13B sind wie der Atem eines feuerspeienden Drachen... Durch die fehlenden Ventile ist der Motor wirklich ABARTIG laut, und die Abgase können Temperaturen bis 1800°F /980°C erreichen. Die angestrebte EGT im cruise beträgt 1650°F. Paul Lamar, ein betagter amerikanischer Wankelguru, den ich auf der AERO traf, empfahl mir einen Vorschalldämpfer und einen Nachdämpfer zu verwenden. Das Material musste hoch-hitzebeständig sein, deshalb kam außer unbezahlbarem und schwer zu verarbeitendem Inconel nur Edelstahl in Frage. Der Vorschalldämpfer ist eigentlich nur eine leere Büchse aus V4A, von vorne bis hinten durchquert von einem Rohr mit zwei Aufgaben:

1. Den Vorschalldämpfer auch von innen etwas zu kühlen und
2. die erwärmte Kühlluft zur Vergaservorwärmung zu nutzen.



Vorschalldämpfer

Die Rohre, Schellen usw. sind aus SAE321, Der Nachschalldämpfer ist ein Hushpower Flowmaster auch aus SAE321, alles besorgt aus einem Hotrod-Shop in Chicago. Ich stellte mir vor einen sanften angenehmen Ton zu erreichen – hat geklappt. Ich habe keinen Zweifel in Verbindung mit dem Propeller den erhöhten Schallschutz zu bekommen.

Untersetzungsgetriebe

Um dem Ziel nach weniger Drehzahl und damit weniger Lärm näher zu kommen braucht man selbstverständlich eine ‚Gearbox‘. Tracy Crook, ein Wankel-Pionier aus Florida hat vor vielen Jahren ein Untersetzungsgetriebe für den 13B entwickelt und seit ebenso vielen Jahren erfolgreich in seiner RV betrieben. Ich weiss nicht, wie viele Einheiten er produziert und verkauft hat, aber es sind sicherlich etliche dutzend, denn man findet sie immer wieder durchweg positiv in den einschlägigen Foren erwähnt. Es wird an den Motor angeflanscht und enthält einen Planetenzahnradsatz aus einem GM

Automatikgetriebe, ausgelegt auf Leistungen bis 300ps.



Planetenzahnradsatz

Es kann sowohl als tractor wie auch als pusher eingesetzt werden und ist an den Ölkreislauf des Motors angeschlossen. Mein Getriebe hat eine Untersetzung von 2.85/1. Die Reisedrehzahl bei 65kt beträgt 5200rpm, der Propeller dreht dabei mit 1825rpm. Die Startdrehzahl liegt bei 6000rpm und 2100 Propeller rpm. Durch die flache Brennraumgeometrie des Wankels überschneiden sich die Arbeitstakte sehr weich, ähnlich einem 6-Zylinder

Viertaktmotor, wie auch auf dem Diagramm ersichtlich ist. Es gibt keine Spitzenbelastungen bei den Arbeitstakten, die üblicherweise beim Ottomotor auftreten und den Einsatz von Zahnrad-Untersetzungsgetriebenen zumindest erschweren.

Propeller

Die Wahl des Propellers war relativ einfach. Aus den unterschiedlichen amerikanischen Foren wusste ich: Ein Cattoprop musste es sein. Craig Catto ist so alt wie ich (60) und hat sein ganzes Leben lang nur Propeller gebaut. Ich habe nicht einen einzigen negativen Kommentar über seine Propeller im Netz gefunden. Seine Propeller findet man vielfach bei den Reno air-races.



Craig Catto und ich auf der AERO

Ein Verstellpropeller kam sowieso nicht in Frage, denn die verschiedenen Geschwindigkeiten einer Breezy die man als Pilot kennen muss sind:

1. Vr 60 mph
2. Vx 60mph
3. Vy 60mph
4. Vref 60mph
5. usw.....

Craig hatte schon mehrere Propeller für meine Motor-Getriebe Kombination gebaut. Ich gab ihm die obigen Geschwindigkeiten sowie meine Wunsch-drehzahlen durch. Obwohl er damals eine Lieferzeit

von 18 Monaten hatte, schickte er mir das Prachtstück schon nach 6 Wochen, wohl weil ich ihm sagte, dass ich meinen Rohbau mit seinem Propeller auf der AERO am OUV-Stand ausstellen werde. Er kam dann auch selber vorbei, was mich sehr freute. Dem Propeller sieht man seine Verwendung sofort an. Es ist ein Dreiblatt mit 68" Durchmesser und 60" pitch. Die Blätter sind breit wie Schuhkartons und der Sound bei meinen niedrigen Drehzahlen unglaublich sanft und blubbernd.

Elektrik

Das Flugzeug hat durch die doppelte Batterie-zündung zwei voneinander getrennte Bordnetze. Die (Haupt)-Schalter, Sicherungen, circuit breaker und Instrumente sind deutlich voneinander getrennt im Panel auf der linken und rechten Seite angeordnet.



linke und rechte Gerätetafel

Sollte eine Lichtmaschine ausfallen, kann man trotzdem mit der verbleibenden Lichtmaschine über einen crossfeed-Schalter beide Batterien laden. Alle elektrischen Verbraucher sind sinnvoll

auf die beiden Bordnetze verteilt, z.B. fuel pump1 links, fuelpump2 rechts, Funk links, Transponder rechts, landing light links, taxilight rechts, beacon links, strobe rechts usw. Beide Lichtmaschinen leisten zusammen 115 Ampere. Dadurch habe ich genug Strom nicht nur für Avionik, Beacon, Strobe, Harley-Davidson Landescheinwerfer und ein großes Taxilight, sondern kann auch elektrisch beheizte Kleidung für beide Sitze problemlos betreiben.

Cockpit und Instrumente

Eine Breezy ist ja normalerweise total nackt, man sitzt völlig ungeschützt im Freien. Das ist im Prinzip sehr schön, aber für mich waren andere Dinge wichtiger. Mir war sonnenklar, dass mein Triebwerk deutlich schwerer ist als ein C90. Ich brauchte ein Gegengewicht im Bug um mir mein W&B nicht zu verderben. So sind z.B. auch die Batterien nach der Wägung noch mal auf die Reise von ganz hinten nach ganz vorne gegangen.

Außerdem bin ich immer gerne lange Strecken geflogen, und meine Breezy sollte mich nichts an Instrumentierung vermissen lassen.

Das Instrumentenbrett ist natürlich totaler overkill aber immer noch wesentlich hilfreicher als Bleiba-

llast. Das Panel habe ich mir machen lassen von schaeffer-ag.de. Man kann eine einfache Software herunterladen und sogar ich hab's geschafft alles einzugeben genau wie ich es wollte. Hat Wochen gedauert und tierisch Spaß gemacht – hinterher Enter und wegmailen, 10 Tage später kann man es schon einbauen. Die Instrumentierung besteht im Wesentlichen aus den von mir schon immer geschätzten runden Uhren, lediglich der Kompass musste oben auf die Haube um ihn vor Störungen zu schützen. Es ist ein Plastimo Bootskompass, der sich sehr gut kompensieren liebt. Selbstverständlich sind alle Instrumente beleuchtet ...

An das Funkgerät habe ich einen kleinen bluetooth-Empfänger angeschlossen – bin ja schließlich Musiker ...

Zur umfassenden Motorüberwachung dient ein von Tracy Crook entwickelter Engine Monitor, der fast alles anzeigen kann was denkbar ist. Alle erfassten Motordaten der letzten 20 Minuten können über einen eingesteckten USB Stick ausgelesen werden, was für die Erprobung sehr praktisch ist.

Ich habe Sensoren eingebaut für: Öltemperatur, Öldruck, Wassertemperatur, Wasser-



totaler Overkill

druck, fuel flow, 2xEGT, Lambdasonde, Aussen-temperatur, Vergaser-intake-Temperatur, pitot und static usw.

Das Gerät zeigt dadurch unter anderem Kraftstoffmenge, miles per gallon, Druckhöhe, IAS, Motorlaufzeit (hobbs), Ölwechselintervalle, Bordnetzspannung und vieles mehr an – nur die Uhrzeit fehlt ...

Nose Art

Schliesslich habe ich den Rumpf verbreitert und alles an meine Körpergrösse angepasst. Mein Freund Klaus Hoppe, der alle Lackierarbeiten erledigte, ist seines Zeichens Werbetechniker. Darüberhinaus ist er ein begnadeter Autoschrauber und Restaurateur. Er baute für mich eine wunderschöne Haube aus GFK und versah sie mit den von mir gewünschten Verzierungen.

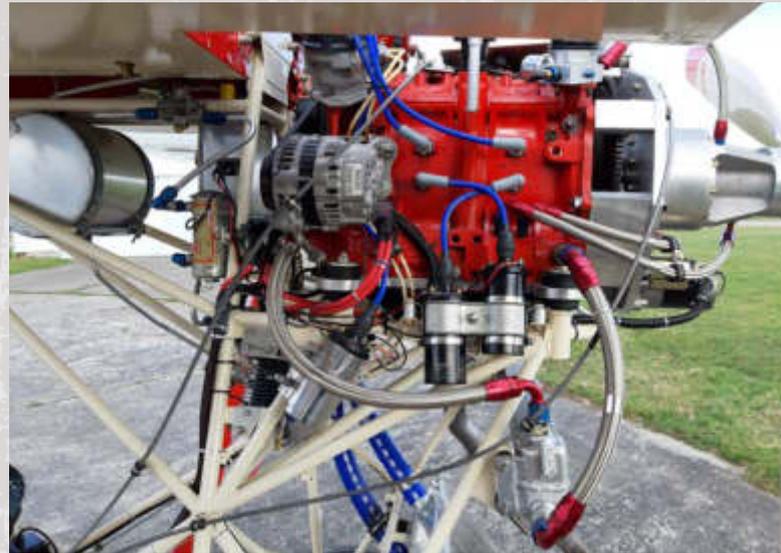


Nasenverzierungen

Den Schriftzug wollte ich gerne gemäß „So wie Coca-Cola Schrift und irgendwie glitzernd wie Glimmer bei den Autoscootern, also so wie Gold oder so – kannst Du das machen?“ Seine Antwort: „Also willst Du jetzt Gold oder nicht?“ - „hast Du denn Gold?“ - „na klar!“ Er hatte noch einen Rest 24K Goldstaub von einem früheren Auftrag. Das Mädchen wurde von einem Poster abgescannt und die Wolken dahinter mit airbrush gemalt. Hinterher noch Klarlack drüber – ist aalglatt und fühlt sich an wie eine Billardkugel. Impressionen zum fertigen Flugzeug:



nose art



Triebwerk



Rückansicht



vor der Garage

Gutachten und Erstflug

Von der OUV wurden mir als Gutachter Ingo Luz und als Prüfer Werner Koch empfohlen. Mit beiden gab es von Anfang an eine vertrauensvolle Zusammenarbeit, die mir viel Freude bereitete. Mein Projekt ist natürlich ein echter Exot und das Ergebnis sieht aus, wie die Hauptattraktion eines Kinderkarussells. Umso mehr bin ich dankbar dafür, überhaupt ernst genommen worden zu sein...

Es wäre sicherlich einfacher gewesen ein Kitflugzeug zu bauen. Von den meisten dieser wunderbaren Bausätze, die heute erhältlich sind, gibt es mittlerweile Unterlagen, die dem LBA vorliegen und die Bearbeitung der Gutachten enorm erleichtern. Die Änderungsmöglichkeiten bei einem Nachbau nach Plänen sind überaus verlockend und Fluch und Segen zugleich.

Glücklicherweise stellte mir Edy Schütz die Strukturberechnungen seiner Breezy zur Verfügung, die schon in der Schweiz anerkannt waren und auch vom LBA akzeptiert wurden. Er hatte den ganzen Flieger für ein maximales Abfluggewicht von 794 kg in ANSYS kalkuliert. Das Leergewicht beträgt 520kg, diese Werte entsprechen einer vergleichbar ausgerüsteten Supercub ohne Fenster, Dach und Rumpfbespannung.

Der komplette Ausdruck der Strukturberechnung ist so dick wie ein Telefonbuch und ich verstehe keine einzige Zeile davon.

Der Gepäckbereich hinter dem Rücksitz ist ausgelegt für 40kg und bietet genug Platz für eine komplette Campingausrüstung für zwei Personen. Links und rechts davon sind außerdem noch Außenlastträger angeschweißt für alle Fälle.



„Transportflugzeug“

Im Rahmen des zweiten Gutachtens wurde wegen der Anbringung des Gurtzeugs eine Verstärkung des vorderen Sitzes und seiner Lehne gefordert, die relativ problemlos nachträglich ausgeführt werden konnte.



verstärkter vorderer Sitz

Die Verwendung des Wankelmotors wurde durch keinerlei zusätzliche Auflagen erschwert. Während der gesamten Bauzeit waren Ingo Luz und Herr Koch immer wieder zu Besuch, um den Baufortschritt zu begutachten und das weitere Vorgehen zu besprechen. Ich schätze, dass ich in den vergangenen 14 Jahren etwa 3000 Stunden gebaut und etwa doppelt so viel im Netz geforscht habe.

Schon im Sommer 2017 hatte ich den Flieger nach Mengen gebracht um die Bodenerprobung zu beginnen. Bei meinen zahlreichen Besuchen in Oshkosh lernte ich einige Breezypiloten kennen, die ihre Erfahrungen mit mir teilten und mir dadurch sehr geholfen haben. Der wichtigste Kontakt war aber

mein Freund Arnold Zimmermann, der mich erstmals 2005 nach Oshkosh einlud, um mir seine Breezy zu zeigen. Arnie hat mit seiner N3AZ im Laufe der Jahre 12.000 (!) Rundflüge gemacht, ohne jemals etwas dafür zu verlangen. Es entwickelte sich eine enge Freundschaft und ich durfte immer wieder zu Gast in seinem Hause sein. Arnie hat mich täglich seine Breezy fliegen lassen und so konnte ich wertvolle Erfahrungen vor meinem Erstflug sammeln.

Das Flugzeug ist erwartungsgemäß sehr gutmütig, aber man muss sich wirklich erst an die fehlende Horizontreferenz gewöhnen bevor man sich halbwegs sicher fühlt. Du sitzt ganz vorne drauf und der ganze Rest vom Flugzeug ist hinter Dir. Man entwickelt aber schnell ein Gefühl dafür, indem man versucht zu spüren, wie sich der Sitz unterm Hintern dreht ;-). Durch den offenen Rumpf ist der Flieger unempfindlich gegenüber Seitenwind, dafür taumelt er aber immer ein wenig, wie ein welkes Blatt im Wind. Gieren um die Hochachse stabilisiert sich von alleine ab ca. 10° links und rechts, wenn die Seitenflosse besser „greift“.

All dies wusste ich und da ich wahrscheinlich derjenige Pilot in Deutschland mit der meisten Breezy-Erfahrung war, hat mir das LBA in der Fluganweisung auch die Erprobungsleitung anvertraut.



Arnie und ich in Chicago

Die ersten Rollversuche waren vollkommen unspektakulär.

Dann kam der Sommer 2020 und ich befand mich in Kurzarbeit. Hatte also alle Zeit der Welt, um mich auf den Erstflug vorzubereiten. Ich hatte mir immer gewünscht, den Erstflug ganz allein ohne Zuschauer zu machen. Am 30. Juni war ich bei besten Bedingungen frühmorgens am Platz, nur Dirk Lohmann auf dem Tower und Alois mit einem Flugschüler in seinem Gyro in der Platzrunde. Ich machte zuerst zwei kurze Highspeed-Hüpfer mit Zurückrollen.

Dann war es soweit. Ein letzter runup und dann Vollgas. Die ersten 20 Sekunden waren die pure Adrenalindusche, aber nach einem kurzem Instrumentencheck, um mich zu vergewissern, dass alle Temperaturen und Drücke ok waren, war es einfach nur schön und entspannt. Ich bin nur eine Platzrunde geflogen und dann zurück zur Halle gerollt. Eigentlich hatte ich erwartet, nach diesem Moment sehr aufgekratzt zu sein. Aber ich war total ruhig und geradezu emotionslos, so als wäre es die reinste Routine gewesen. Ich denke, ich war gut vorbereitet

Abends hab' ich dann natürlich gefeiert wie'n Siebzehnjähriger...

Die bis heute nachfolgenden 22 kurzen Erprobungs-

flüge führten zu folgenden Erkenntnissen:

Das Trimmruder reichte gerade eben aus, um die geforderten Geschwindigkeiten von VS bis VA auszutrimmen. Es wurde durch ein größeres ersetzt und ist nun perfekt dimensioniert.



vergrößertes Trimmruder

Die angepeilte Reisegeschwindigkeit konnte nicht stabil ausgetrimmt werden, da der Flieger einfach die Höhe nicht so stabil halten wollte, wie von mir erwartet und gewünscht. Ein wirklich stabilisierter Reiseflug stellte sich erst bei ca. 70kt ein. Der immense Widerstand des eisernen Ungetüms bei langsamen Geschwindigkeiten und die Nähe zum Buckel der Powerkurve waren meines Erachtens die Ursache dafür. Ich installierte einen Satz ,Micro



Erstflug

Vortex Generators', den ich schon vor Jahren in Oshkosh kaufte. Die Dinger sind wirklich magisch. Sie fliegt jetzt unglaublich stabil. Bei meinem letzten Flug konnte ich problemlos 50 kt austrimmen und habe jetzt einen deutlich geringeren Benzinverbrauch pro Stunde. Wenn ich will, kann ich natürlich immer noch 80kt fliegen, aber das macht nicht so viel Spaß. Die Stallspeed habe ich noch nicht erflogen, sie liegt wahrscheinlich bei etwa 40kt.

Auch die Feinabstimmung des Vergasers ist noch in Arbeit. Ich fliege immer noch recht fett und taste mich langsam durch vorsichtige Umbedüsung an die optimalen Motortemperaturen heran. Der Vergaser hat keine manuelle Gemischverstellung, aber ich beabsichtige nicht, regelmäßig höher als 6000 ft zu fliegen. Der Wankelmotor verträgt sehr große Dichtehöhenunterschiede. David Atkins aus den USA hatte mal eine RV mit dem gleichen Motor und

Vergaser und konnte ohne Gemischregulierung auf 12000ft steigen. Zu meinen Erprobungsflügen findet man kurze Videos unter ‚Rotary Breezy‘ auf youtube.

Fazit

Der Bau dieser Flugmaschine war die kreativste Zeit meines Lebens und ich habe in dieser Zeit nicht nur viel gelernt, sondern auch viele interessante Menschen getroffen und Freundschaften geschlossen. Alle Menschen auf dem Flugplatz und am Boden winken mir zu – Warum?

**Breezy fliegen ist
wie nackt schwimmen !**





