

Modell-Jet, was muss beachtet werden bezüglich Sicherheit

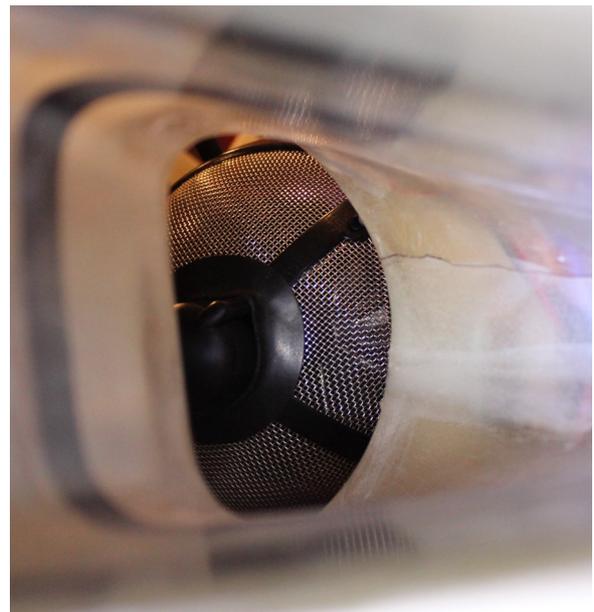
Es ist faszinierend und spannend, ein Modellflugzeug zu bauen und zu fliegen, das mit einem funktionierenden Jettriebwerk ausgerüstet ist. Geht man mit genügend Seriosität und Genauigkeit an das Projekt und den Betrieb heran wird man grosse Freude daran haben und viele erfolgreiche Flüge geniessen können.

In der Zwischenzeit bieten zahlreiche erfahrene Hersteller gut funktionierend Triebwerke an. Sei es ein Strahltriebwerk, das den nötigen Schub erzeugt oder ein Zweiwellen-Turboprop Triebwerk, das mittels Abgasstrahl über ein Getriebe einen Propeller antreibt. Es handelt sich um eine richtige Turbine, die Know-how, Disziplin, regelmässigen Service und regelmässige Wartung erfordert. Diese Geräte funktionieren gut, solange man sie auch entsprechend einbaut und später im Betrieb behandelt.



Dazu gibt es verschiedene sicherheitsrelevante Massnahmen, die unbedingt zu beachten sind. Das fängt bereits bei der Installation der verschiedenen Komponenten an. Beim Betrieb eines Strahltriebwerkes entstehen sehr hohe Drehzahlen, hohe Temperaturen, Vibrationen und nicht zu unterschätzende Kräfte. Bei entsprechenden Wetter- und Pistenverhältnissen können in diesen meistens aus Kunststoff gefertigten Modellen auch enorme elektrostatische Ladungen entstehen.

Die Ansaugleistung ist gross. Damit keine Fremdkörper in das Triebwerk gelangen sollte ein Sieb vor der Eintrittsöffnung montiert sein.



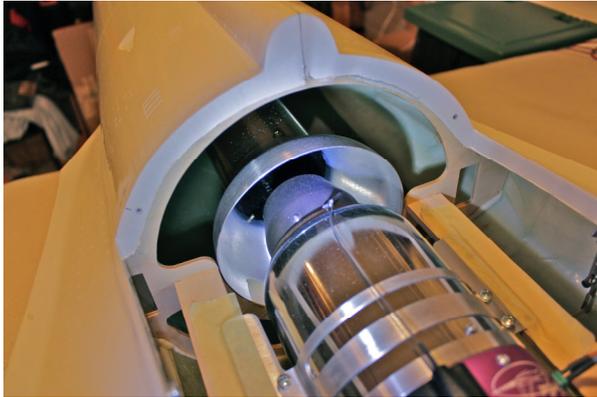
Ausserdem empfiehlt es sich, die einzelnen Komponenten des Jetmodelles korrekt zu programmieren. Wie zum Beispiel das «failsafe»- Verhalten. Nicht zu vernachlässigen sind auch wichtiges Material und Hilfsmittel um das Modell herum. Zu erwähnen sind z.B. Feuerlöscher, Gehörschutz, Checklisten usw.

Drehzahl:

Die Drehzahlen bewegen sich im Schnitt zwischen 30'000RPM (Leerlauf) und 130'000RPM (Vollgas). Man stelle sich vor, was für eine enorme Kraft (Corioliskraft) auf die Lager bei engen Manövern einwirkt.

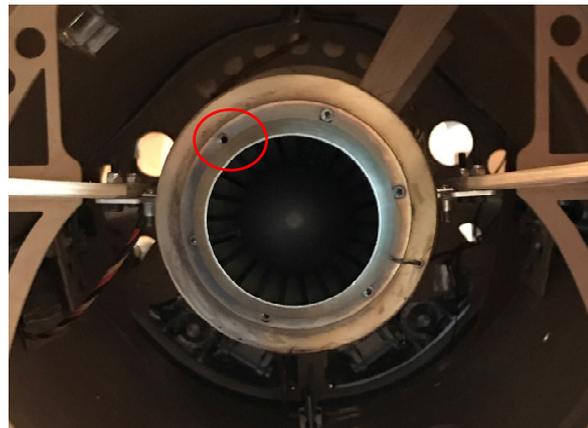
Temperatur:

Die Temperatur am Turbinengehäuse erreicht bis zu 600°C, am Abgasstrahl bis zu 800°C. Entsprechende bauliche Massnahmen sind notwendig, um Schäden im Modell zu vermeiden und die heissen Gase sicher und zuverlässig abzuführen. Dazu verwendet man ein entsprechendes Schubrohr das bei korrekter Installation die Abgase mittels Venturi-Effekt abkühlt und aus dem Rumpf ableitet. Und übrigens die Austrittsgeschwindigkeit des heissen Abgasstrahles befindet sich beim Austritt aus dem Triebwerk weit im Überschallbereich...



Vibrationen:

Die Vibrationen, die im Betrieb eines Jettriebwerkes entstehen unterscheiden sich deutlich von jenen eines Kolbenmotors. Sie sind hochfrequent, kaum spürbar aber nicht zu unterschätzen. Sie sind durchaus im Stande, ungenügend angezogene und/oder ungesicherte Schrauben unbemerkt zu lösen. Regelmässige Checks auf dem Bock lohnen sich auf jeden Fall.



Elektrostatik:

Am Boden können nur schon beim Rollen im Schrittempo elektrostatische Ladungen entstehen, die dazu führen, dass der Throttle-Kanal der ECU (Engine Control Unit) den Betrieb einstellt oder sogar ganz den Geist aufgibt. Entsprechende baulich Massnahmen wie die isolierte Installation der ECU oder geeignetes Material für die Räder können dieses Problem weitgehend lösen.

Failsafe:

Mit einem Jetmodell ist man oft sehr weiträumig, schnell, mit viel Masse und brennbaren Materialien unterwegs. Deshalb ist eine «failsafe» - Programmierung in must. Damit das Modell bei einem eventuellen Empfangsverlust nicht unkontrolliert und mit Vollgas sich weiter bewegt empfiehlt sich die Einstellung so, dass die Ruder bleiben wo sie sind und die Leistung deutlich gedrosselt wird.

Sicherheit im Betrieb

Checklisten: Ein banales Hilfsmittel, ist aber sehr effektiv und hilfreich.

Beispiel 1. Vor der Abfahrt zum Platz, ob auch wirklich alles eingeladen ist.

J-4094 Material Checkliste		
Rumpf		
2x Flügel		
2x Höhenleitwerk	inkl. Holm	
2x Flunt		
Feldkiste:	Batterie	geladen
	Werkzeug	
	Ladekabel	
	Flugbuch	
Metallkiste:	Pitotrohr	
	Triebwerk Akku	geladen
	2x Hauptholm	
	Stativ	
Sender		geladen
Kerosin – Tankstation		
Feuerlöscher		
Ständerbock	inkl. Aufsatz	
Sonnenschirme		
Regenschutz		
Klappstühle		

Beispiel 2. Vor dem Start

J-4094 Before Take Off Checklist		
Preflight Check		Performed
Fueltank		Full
Airpressure		Checked
Receiver Akku		Checked
Engine Akku		Checked
Transmitter:	J-4094	Checked
	Akku	Checked
	Antenna	in Position
Flaps		Take Off

Feuerlöscher:

Vor jedem Triebwerkstart, auch nur zu Testzwecken, gehört ein funktionstüchtiger CO₂-Feuerlöscher mit mindestens 2Kg Füllmasse in die Nähe.

Es gibt verschiedene Gründe, diesen einsetzen zu müssen. Beispiel: Keine Zündung oder ein Fehlverhalten des Anlassers während des Startvorganges und schon hat die Kraftstoffpumpe Fuel gefördert. Beim nächsten Versuch kann sich im Schubrohr oder unter dem Triebwerk Kraftstoff entzünden. Auch eine zu grosse Einspritzmenge kann zum gleichen Resultat führen.

Sollte noch eine Rauchanlage installiert sein ist darauf zu achten, dass sich vor den Triebwerkstart kein restliches Rauchöl im Schubrohr befindet. Die Gefahr, dass sich dieses beim Startvorgang entzündet ist durchaus gegeben.

Treibstoff:

Es können verschiedene Treibstoffe verwendet werden. Es wird Kerosin/Petroleum/etc. eingesetzt dem ca. 5% Öl beigemischt wird. Zur Verhinderung von statischen Aufladungen des Kraftstoffsystems wird empfohlen, ein Antistatik Additiv dem Kraftstoff beizumischen. (Ist bei einigen Herstellern, die Triebwerk-Öl anbieten bereits beigemischt).

Mindestabstand:

Personen oder Tiere müssen folgende Mindest- Sicherheitsabstände zu einem Turbinen Modell einhalten:

Vor der Turbine: 1,0 m

An der Seite der Turbine: 12,0 m

Hinter der Turbine: 10,0 m

(Angaben JetCat)

Zur Vermeidung von Gehörschäden empfiehlt es sich, beim Betrieb von Turbinen einen Gehörschutz zu tragen.

Failsafe:

Vor dem Maidenflight ist das Failsafe-Verhalten zu prüfen. Flugzeug auf den Bock, Triebwerkstart, normale Leistung oder sogar Vollgas => Sender ausschalten. Das Triebwerk sollte auf die gewünschte reduzierte Leistung regeln.

Reichweitentest:

Mit einem Jetmodell erreicht man im Flug sehr schnell beachtliche Distanzen. Umso wichtiger ist ein korrekt ausgeführter Reichweitentest. Auch der korrekten Installation der Empfänger und deren Antennen ist beim Bau Beachtung zu schenken.

Der Reichweitentest muss aus vernünftiger Distanz und vor allem mit verschiedenen Positionen des Modells durchgeführt werden. Und wer es ganz gut machen will, das Ganze nochmals mit laufendem Triebwerk. (Empfehlung von JetCat).

Vor dem Flug:

Ein Jetmodell fliegt sich anders als ein Segler oder ein Propellerflugzeug. Die Leistung des Triebwerkes muss für einen sicheren Betrieb (Start/Luftraum/Landung) genügend ist. Bei den heutigen Triebwerken ist die Gasannahme beachtlich schnell, aber immer noch leicht verzögert. Mit dem Jet ist man eher schnell und weiträumig unterwegs und man sollte nie den Sichtkontakt mit dem Modell verlieren.

Deshalb empfiehlt es sich, ein Jetmodell immer mit einem Helfer zu betreiben, der während dem Flug den Luftraum und die Umgebung überwacht, dem Piloten andere Luftfahrzeuge und/oder Personen und Tiere in der Umgebung meldet und kontrolliert, dass die Piste für die bevorstehende Landung frei ist. Und sollte es mit dem Modell oder fliegerisch zu Problemen kommen kann der Helfer wertvolle und nützliche Infos und Tipps liefern.

Ein persönliches Briefing (oder auch mit dem Helfer) ist sehr empfehlenswert. Wann breche ich allenfalls den Start ab. Wo habe ich bei einem evtl. Triebwerksausfall die Möglichkeit für eine Aussenlandung.

Der Flug:

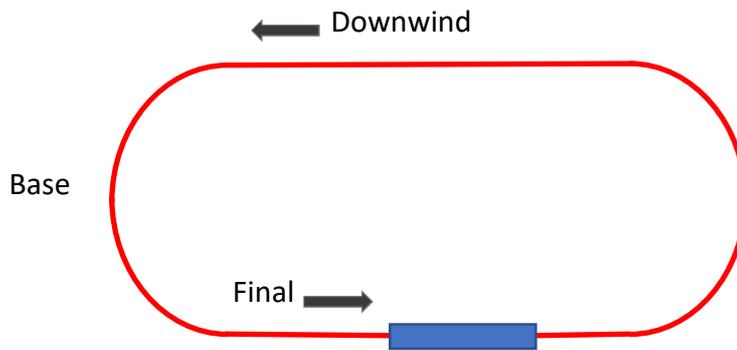
Ich muss mich vergewissern, dass ich mich stets im vorgeschriebenen und definierten Luftraum befinde. Es ist generell schwierig, die Distanz zum Modellflugzeug abzuschätzen. Und bei einem weiträumig geflogenen Jetmodell umso mehr.

Auch ist die Lärmentwicklung je nach Jet beachtlich. Lärmempfindliche Zonen sind zu meiden. Es gilt auch zu beachten, dass es Personen gibt die nicht lärmempfindlich sind, dafür aber eher Angst haben wenn so ein Jetmodell in ihre Nähe kommt.

Vollgas ist eigentlich selten nötig. Mit reduzierter Leistung kann man sehr effektiv die Umwelt schonen. Und auch das Triebwerk ist dankbar wenn es nicht zu brüsk bedient wird. Der thermische und mechanische Stress erhöht sich enorm bei voller Leistung und bei groben Leistungsveränderungen. Auch empfiehlt es sich, die maximale Drehzahl leicht zu reduzieren was kaum spürbar ist und sich positiv auf die Lebensdauer des Triebwerkes auswirkt. All diese Massnahmen tragen dazu bei, die Möglichkeit eines Ausfalls des Triebwerkes in der Luft zu verringern und die Zuverlässigkeit zu erhöhen.

Ein Flugmodell mit Turbinenantrieb erreicht durch die höhere Abstrahlgeschwindigkeit bei gleichem Standschub wesentlich höhere Fluggeschwindigkeiten als z.B. ein Modell mit Impellerantrieb. Die erreichbaren Fluggeschwindigkeiten (> 300 km/h) liegen meist über dem für ein Standardflugmodell zulässigen Geschwindigkeitsbereich. Es besteht deshalb die Gefahr von Ruderflattern oder mechanischer Überbeanspruchung der Zelle und der Servos.

Ein außer Kontrolle geratenes Modell kann erhebliche Personen- und Sachschäden hervorrufen.



Eine Landevolte zu fliegen ergibt eine geregelte Vorbereitung für die bevorstehende Landung. Das gilt für alle Luftfahrzeuge. Vor allem aber für den Jet. Die korrekte Gasstellung im Anflug ist matchentscheidend für eine regelmässig sichere Landung. Dabei ist zu beachten, dass je nach Triebwerk die Gasannahme unterschiedlich träge ist. Und generell gilt (auch in der

mantragenden Fliegerei), je mehr Masse man bewegt desto weiter oben sollte alles stimmen.

Go around (Durchstart). Der Befreiungsschlag nach oben. Ist ein sehr effektives Mittel, einen verpatzten Anflug abubrechen um Schlimmeres zu verhindern. Ist auch in der mantragenden Fliegerei immer wieder ein Thema. Der Go around ist ein normales Manöver, das aber selten angewendet wird. Und stecken noch kommerzielle Interessen dahinter (Zeitbedarf, Verspätung, Anschlusspassagiere, zusätzlicher Spritverbrauch...) ist die Hemmschwelle deutlich höher, einen Go around durchzuführen.

Es gibt auch in der Modellfliegerei viele Situationen wo der Durchstart einiges verhindern kann. Man muss sich nur rechtzeitig dafür entscheiden. Auf den Modelljet bezogen gilt zu beachten, dass je nach Triebwerk die verlangte Leistung leicht verzögert zur Verfügung steht.



Alfred Doppelhofer, im April 2023