

# Basics - EDF-Jet Praxis

Autor: Peter Kaminski

Fotos: Peter Kaminski und WeMoTec

Mit diesem Grundlagenbeitrag richten wir uns speziell an die Neulinge im Elektroimpeller-Modellflug. Wir haben für Sie alles Wesentliche einmal zusammengefasst. Mit dem Beitrag möchten wir Sie auch für das eine oder andere sensibilisieren und Sie so vor Überraschungen schützen.



Die weiteren Beiträge in dieser Rubrik gehen mehr in die technischen Details der Impeller und Antriebe und dürfte Sie genauso interessieren.

## 1 Modelltypen

### 1.1 Schaummodelle

Impeller-Jets gibt es als Schaum, Holz und GFK-Modell, wobei in den letzten Jahren die Anzahl der Schaummodelle rasant zugenommen hat. Hier kommen Werkstoff wie EPO (Expanded Poly Olefin), EPP (Expanded Polypropylen) oder EPS (Expanded Polystyrol), bzw. auch andere Werkstoffe mit geschützten Produktnamen wie Z-Foam, Elapor etc., zum Einsatz. Die Werkstoffe sind in ihren Eigenschaften, wie Dichte, Oberflächenbeschaffenheit/Struktur, Druckfestigkeit bzw. Reformierung nach Druck, Bruchfestigkeit usw., zum Teil sehr unterschiedlich. Feinporige werden häufig genutzt um eine glatte Oberfläche zu bekommen. Dies geht häufig zu Lasten der Festigkeit. Man sollte diese Schaumwerkstoffe nur mit dem vom Hersteller des Modells empfohlenen Klebstoff verkleben. Ist man sich unsicher, oder fehlen Angaben, so sollte man sicherheitshalber spezielle zähflüssige Styropor-Sekundenkleber einsetzen.

Bei vielen Schaum-Impellermodellen gibt es Beleuchtung, Bombenattrappen, Vektorsteuerung u.v.a. Leider vernachlässigen die Hersteller nur allzu häufig das Wichtigste, nämlich die Qualität und Robustheit der Modelle. Die Belastungen im Flug sind bei Elektroimpeller-Modellen durch die heutigen Antriebe sehr groß. So kommt es schon mal vor, dass sich Schaummodelle im Flug selbstständig zerlegen. Es sind daher, gerade bei Antrieben, die mehr Leistung bieten als der Modellhersteller vorgesehen hat, häufig Verstärkungsmaßnahmen wie CFK-Rohre im Flügel, dem Höhenleitwerk oder Verstärkungen bei der Anlenkung von Tailerons erforderlich. Man sollte sich hier schon vor dem Bau des Modells gründlich informieren.

Des weiteren gibt es immer zwei Stellen, die bei der Landung des Modells auf Rasen häufig in Mitleidenschaft gezogen werden und zwar einmal der Bereich der Einläufe, die gerne durch den einen oder anderen Maulwurfshügel beschädigt werden sowie der untere Rumpfbereich, wo das Modell auf den Boden aufsetzt. Hier kann man empfehlen bei kleineren Modellen prophylaktisch 49er-Glasmatte aufzubringen. Bei größeren Modellen entsprechend dickeres Material oder mehrere Lagen.

### 1.2 Holzmodell

Der Bauaufwand bei Holzmodellen ist besonders groß und daher sind diese Modelle nicht so weit verbreitet. Es gibt aber z. B. mit RBC und Offshore Elektronik zwei Anbieter mit einer großen Palette von Modellen aber insgesamt sind um die 50 Holzmodell-Bausätze, meistens bestehend aus Bauplan, Baubeschreibung und Spanten-Sätzen sowie Kabinenhaube und Rumpfspitze.

### 1.3 GFK-Modelle

Der Trend geht eindeutig zu den Modellen aus GFK, wobei hier einige Anbieter preiswerter Modelle Polyester statt Epoxydharz einsetzen, welches aber bei weitem nicht die gleichen Eigenschaften aufweist. So können sich in Polyester-Rümpfen sehr leicht Risse bilden oder Teile abplatzen, besonders ja einer nicht ganz geglückten Landung. Aber schon den Transport überleben Polyester-Modelle häufig nicht völlig unbeschadet.



Die Hawk in Voll-GFK von Schübeler

Bei GFK-Modellen muss man zwischen den Modellen, die für Impeller-Modelle speziell konstruiert wurden und denen die eigentlich für den Turbinenbetrieb gedacht sind, sich aber heutzutage mit Elektroimpeller-Antrieben ausstatten lassen, unterscheiden. In der Regel kommen bei letzteren keine klassischen Luftkanäle zum Einsatz sondern der Impeller wird offen, wie eine Turbine, eingebaut und lediglich mit einer Düse versehen.

## 2 Modellauswahl

### 2.1 Vorbildtreue

Zunächst einmal weiter zur Klassifizierung der Modelle. Man muss man zwischen Sportjet und vorbildtreuen Jet (Semi-Scale oder Scale) unterscheiden. Die Sportjets, die keine realen Flugzeugmuster als Vorbilder haben, werden dabei auch mal als Trainer bezeichnet aber diese Terminologie kommt aus dem Turbinenfliegen und bedeutet keinesfalls, dass man es hier ausnahmslos mit einem langsamen und gut beherrschbaren Modell zu tun hat. Gerade die Sportjets sind häufig sehr flott unterwegs, da sie aerodynamisch optimiert sind und sich nicht an aerodynamische Vorgaben der Vorbilder halten müssen.

## 2.2 Modellgewicht und Größe

Ein wichtiger Faktor ist die Größe des Modells. Der Trend geht im Moment eher zu größeren Jets hin. Diese somit auch schwereren Modelle lassen sich mehr Jet-like fliegen und sind deutlich träger als die kleinen und leichten Schaummodelle, die bei jeder noch so kleinen Windböe dann tendenziell eher etwas wackelig unterwegs sind. Abhilfe schafft hier übrigens häufig der Einsatz eines Kreisels. Aber auch die Schaummodelle werden erwachsen und Spannweiten weit über einem Meter sind nichts Ungewöhnliches. In diesem Zusammenhang möchten wir noch mal besonders auf das Problem Festigkeit und Sicherheit solcher Modelle hinweisen, was ja schon zuvor im ersten Abschnitt angesprochen wurde.

## 2.3 Turbine kontra Elektroimpeller

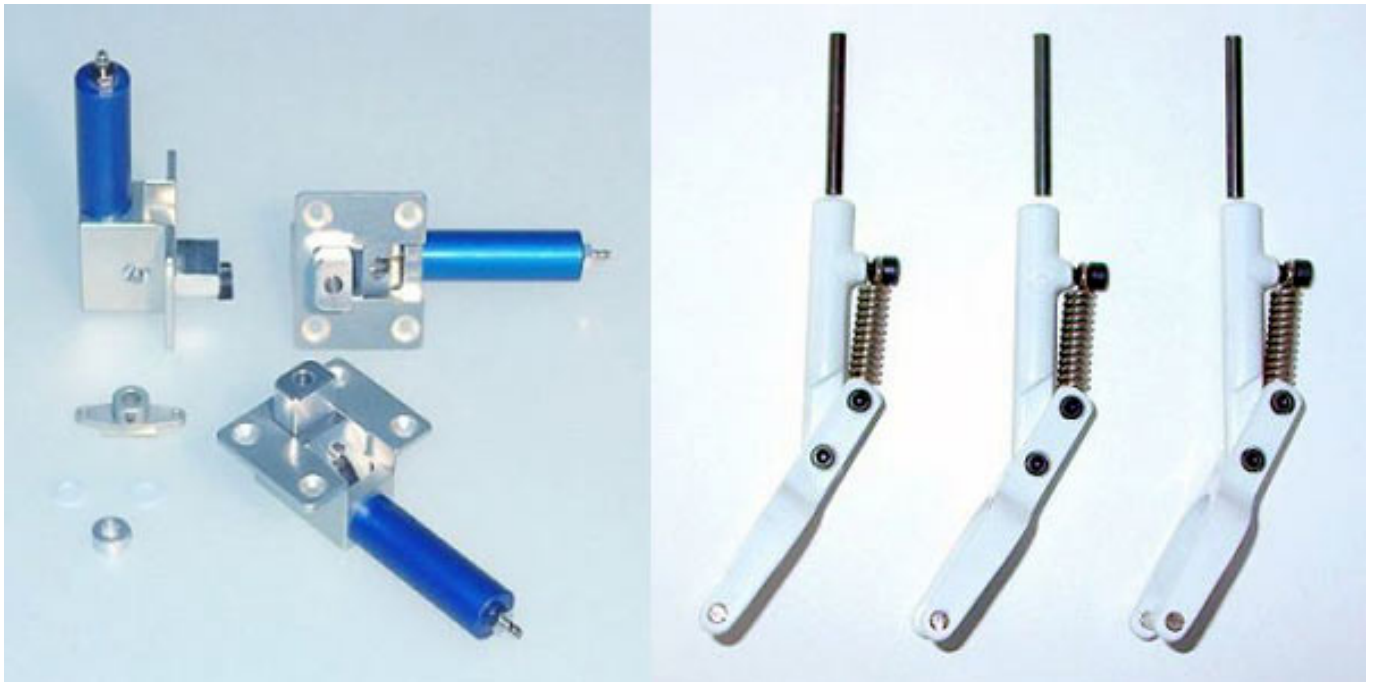
Mittlerweile stehen auch Antriebe zur Verfügung, die vom Leistungspotential sich auf dem Niveau der Turbinenantriebe befinden. Auch ein 10 oder 20 kg schweres Modell lässt sich heute mit einem Elektro-Impellerantrieb fliegen. Man darf sich nur nicht der Illusion hingeben, dass diese Antriebe deutlich preiswerter als Turbinenantriebe sind, denn einmal werden Turbinen preiswerter angeboten und auf der anderen Seite steht dem der Elektroantrieb bestehend aus Hochleistungs-Motor und Hochvolt-Regler sowie den teuren LiPo-Akkus-Packs mit unter Umständen mehr als zehn Zellen entgegen. So kann auch ein Elektroantrieb für ein großes Modell durchaus im Bereich von einigen tausend Euro liegen. Es gibt aber einen preislichen Vorteil, der nicht nur in der Anschaffung, sondern auch im Betrieb liegt, denn Elektroimpeller müssen nicht gewartet werden. Dem Kerosinverbrauch steht entgegen, dass die LiPo-Akkus in der Regel bei regelmäßigem Flugbetrieb nach zwei Flugsaisons spürbar in ihrer Leistung nachlassen und ausgetauscht werden müssen. Der ganze Betrieb von Elektroimpeller-Modellen ist aber deutlich einfacher in der praktischen Handhabung. In einigen Ländern gibt es zu dem Restriktionen im Bereich der Turbinenfliegerei, so dass in diesen Ländern in den letzten Jahren ein wahrer Boom im Bereich der Elektrojets festzustellen ist.

## 2.4 Fahrwerk

Ein weiteres Kriterium ist, ob das Modell mit einem Fahrwerk ausgestattet ist oder nicht. Gerade in der Anfangszeit des Impellerfliegens musste man auf Grund schwächeren Antriebe auf Fahrwerke zu Gunsten des Gewichts verzichten. Heutige Antriebe bieten so viel Leistung, dass ein Fahrwerk kein Problem darstellt. In der Regel kommen bei den Elektrojets Einziehfahrwerke zum Einsatz, da feste Fahrwerke einen hohen aerodynamischen Widerstand verursachen. Es werden mittlerweile auch entsprechend kleine und robuste Fahrwerke angeboten, die sich auch bei Impeller-Modellen kleiner und mittlerer Bauart gut einsetzen lassen.

Zunehmend werden auch elektrische Einziehfahrwerke angeboten. Üblicherweise ist es bei pneumatischen Fahrwerken so, dass der Luftdruck für das Einziehen des Fahrwerks sorgt. Fällt der Luftdruck aus welchen Gründen auch immer, so fährt

dann das Fahrwerk aus und man kann auch ohne Luftdruck landen.



WeMoTec Mini 45 Einziehfahrwerksmechanik (links) und Federbeine von Eurokit (rechts)

Die Fahrwerke die meistens in den Schaummodellen ab Werk beiliegen oder optional von den Herstellern der Modelle angeboten werden, halten häufig nicht das was sie versprechen. Sie sind meistens für den Start auf Hartpiste vorgesehen. In Asien, Australien oder auch den USA, ist es z. B. nicht unüblich, von Straßen oder geteerten Plätzen zu starten. Gerade in Asien, wo viele der Modelle entwickelt und getestet werden, gibt es wenige Modellflugplätze, in der Form wie wir sie kennen. Daher entstehen die Modelle unter anderen und für andere Voraussetzungen. Zudem sind die Fahrwerke zum Teil von so schlechter Qualität, dass selbst auf Hartpiste ein dauerhafter Einsatz in Frage gestellt ist. Man kann also nur die Warnung aussprechen, bei Schaummodellen ggf. auf das Fahrwerk zu verzichten oder gleich ein vernünftiges einzubauen, das auch den ersten Start und die erste Landung übersteht.

## 3 Antriebskomponenten

### 3.1 Impeller

Die verfügbare Palette von brauchbaren Antrieben ist heute sehr groß. Ein wichtiger Faktor für den den Scale-like Flug ist, dass das Verhältnis Schub/Gewicht bei vorbildtreuen Modellen nicht stark von dem des Originals abweicht. Eine Mig-29 mit einem Schub/Gewichtsverhältnis von 0,6 macht genau so wenig Sinn wie ein eine BAE Hawk mit 1,2. Tendenziell aber eher besser zu viel als zu wenig Schub.

Impeller werden bei vielen Jet-Modellen aus Schaum heutzutage schon mitgeliefert oder sind sogar schon fertig im Modell mit dem Motor und Steller montiert. Ein Impeller ist aber eine aerodynamisch durchaus komplexe Angelegenheit, bei der kleine Details zum Teil große Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit verursachen. Häufig ist es so, dass man gerade bei Modellen aus asiatischem Ursprung „Nachempfindungen“ renommierten Impeller-Herstellern geliefert bekommt, die aber nicht an die Leistung der Originale heranreichen. Die Impeller sind zum Teil so ausgeführt, dass man die Läufer gegen die der renommierten Hersteller austauschen kann, was sehr häufig mit höherem Schub bei weniger Maximalstrom quittiert wird. Also ein häufig eine sehr lohnenswerte Modifikation.

Grundsätzlich muss man sich die Frage stellen, was für einen Impeller verwende ich in meinem Jet-Modell. Diese Frage ist natürlich eng verbunden mit dem Modell selbst. Heutzutage gibt es Impeller die aus Kunststoff – bei hochwertigen Produkten Glasfaser -verstärkt, aus Kohlefaser-Verbundwerkstoffen (CFK) und seit einiger Zeit ein neuer Trend: aus leichtem Aluminium gefertigt werden.

Klar ist natürlich, dass ein Impeller, der in Voll-CFK-Bauweise konstruiert ist, einen deutlich höheren Fertigungsaufwand verursacht und damit auch preislich deutlich teurer ist. Der Leistungsunterschied ist aber in der Praxis nicht linear zu den Mehrkosten gegenüber einem Kunststoffimpeller, so dass deutlich teurere CFK-Impeller lediglich einen relativ kleinen Leistungszugewinn bieten, sich ggf. aber auch mit Motoren mit höheren Eingangsleistungen betreiben lassen. Daher ist das Einsatzgebiet von CFK-Impellern häufig auf hochwertige GFK-Modelle beschränkt, bei denen man das letzte an Leistung herausholen möchte. Es macht ja auch eigentlich keinen Sinn, ein Schaummodell für 100 Euro mit einem Antrieb von 500 Euro auszustatten.

### **3.2 Motor**

Natürlich ist auch das Angebot an Elektro-Motoren sehr umfangreich. Zum Einsatz kommen ausschließlich Brushless-Motoren. Bei preiswerten Modellen werden häufig Außenläufer eingesetzt. Dies liegt aber nicht am dem höheren Drehmoment die diese Motoren bieten sondern in der Regel an den niedrigeren Fertigungskosten dieser Motoren. Um den Antrieb auf das Modell genau abzustimmen, bieten viele Hersteller Antriebsvorschläge an, die einem die Auswahl deutlich erleichtern. Solche Vorschläge sollte man auf jeden Fall bei der Modellplanung berücksichtigen.

Neben den High-End-Motoren, besonders aus deutschem Hause, gibt es auch preiswerte Motoren, die nicht unbedingt schlecht sein müssen. Jedoch gibt es hier große Unterschiede. So nehmen es z. B. gerade viele asiatische Hersteller von zum Teil sehr preiswerten Motoren, bei der Angabe der Leistungsdaten nicht so ganz genau, bzw. bedeutet dann eine Maximalangabe, dass der Motor beim Erreichen dieser Werte dann auch garantiert seinen Geist aufgibt. Das ist dann aber auch schon die einzige Garantie, die solche Hersteller bieten. Die technischen Daten der Brushless-Motoren renommierter Hersteller sind da deutlich konservativer

ausgelegt.

So ist ein Vergleich der reinen Prospekt- bzw. Datenblattangaben, zwischen den Anbietern von Billigst-Motoren und denen der hochwertigen Produkte, nur schwer möglich. In so fern kann man auch nur empfehlen in einem hochwertigem und teuren Modell auch ein Qualitätsantrieb zu verbauen. Bei den preiswerten Motoren gibt es mittlerweile auch europäische Anbieter, die etwas preiswerter als die High-End-Antriebe sind, dabei aber gute Qualität bei ausreichender Robustheit bieten. Diese eignen sich speziell für die Jet-Modelle im mittleren Segment, bzw. als Tuning-Antriebe für Schaum-Jets.

Wer sich näher mit der Technik der Brushless-Motoren auseinander setzen möchte, dem kann man die *DMFC-Brushless-Fibel II von Ludwig Retzbach* empfehlen.

### **3.3 Regler**

Eine wichtige Komponente ist auch der dem Motor vorgeschaltete Regler. Beim Betrieb von über 4 S sollte man sich einen Regler mit integriertem Antiblitz entscheiden, der die Funkenbildung beim Anschluss des Akkus an den Regler verhindert und so der Übergangswiderstand der Stecker nicht verschlechtert wird. Auch ist darauf zu achten, dass der Regler bei sehr gut motorisierten Modellen, dem Teillastbetrieb (mittleren Bereich des Gasknüppels), gewachsen ist.

Bei einigen preiswerten Schaum-Modellen, stellen häufig die Regler ein Problem dar. Hier sollte man sich ggf. Tests lesen und sich in den Foren informieren und ggf. den Regler schon vor dem Erstflug zu tauschen. Wir haben es ja nicht mit Spielzeugen zu tun, sondern auch bei Schaummodellen mit Sportgeräten, die bei Fehlfunktion viel Schäden verursachen können, die es ggf. gilt präventiv abzuwenden. Über diesen Punkt sind sich offensichtlich nicht alle Hersteller bewusst.

### **3.4 Akkus**

Bei keiner Antriebskomponente im Elektroimpeller-Modellflug hat sich in den letzten zehn Jahren so viel getan wie bei den Akkus. Z. Z. kommen ausschließlich Lithium-Polymer-Akkus (LiPo) zum Einsatz, bei deren Umgang man entsprechende Hinweise was Lagerung und Laden angeht, unbedingt berücksichtigen sollte. Für die Lagerung empfiehlt sich ein entsprechender LiPo-Koffer und das Laden sollte nie unbeaufsichtigt erfolgen. Zum Laden lassen sich die Akkus in sogenannte Lipo-Säcke einlegen, damit sie im Falle eines Defektes nicht zu einem Brand führen.

Ein wesentliches Qualitätskriterium ist neben der Akkukapazität (angegeben in mAh) der Verlauf der Endladespannung unter Last. Der maximal zulässige Strom der einem Akku-Pack entnommen werden kann, lässt sich über den C-Wert ermitteln.



Maximalstrom [A] = C-Wert \* Kapazität [mAh] / 1000

Für einen Akku mit der Angabe 40 C und einer Kapazität von 4.000 mAh ergibt sich also folgende Berechnung:

$$I_{\max} = 40 \text{ C} * 4000 \text{ mAh} / 1000 = 160 \text{ A}$$

Diesen Maximalstrom sollte man dem Akku aber nicht auf längere Zeit zumuten, wenn man in länger betreiben möchte.

Auch für das Laden werden entsprechende C-Werte vorgegeben. Wenn ein Akku laut Hersteller mit 2 C geladen werden kann, und er 3.000 mAh Kapazität hat, dann ergibt sich folgender maximaler Ladestrom:

$$I_{\max \text{ Lade}} = 2 \text{ C} * 3000 \text{ mAh} / 1000 = 6 \text{ A}$$

Für eine längere Lebensdauer sollte man Akkus, die mit 2 C angegeben sind, mit 1 C, und Akkus die mit 3 C oder mehr angegeben sind, mit maximal 2 C, laden. Häufig ist eine Begrenzung aber schon durch die maximale Leistung und den Maximalstrom des verwendeten Ladegerätes vorgegeben.

Die Akkus sollten auch nie leergeflogen werden. Eine Restkapazität von mindestens 25 % ist Pflicht um überhaupt eine Lebensdauer über zwei Jahre gewährleisten zu können. Eine Tiefentladung führt auf jeden Fall zur Schädigung des LiPo-Akku-Packs. Für den Impellerflug kann man eine 2,4-GHz-Fernsteueranlage empfehlen, die auch einen Stromsensor bietet und per Telemetrie die entnommene Kapazität übermittelt. Dann ist man immer auf der sicheren Seite. Überhaupt kann man nur empfehlen Elektroimpeller-Modelle ausschließlich mit 2,4-GHz-Anlagen fernzusteuern, da die Wahrscheinlichkeit von Störungen bei 35-MHz-Anlagen, u. a. auf Grund der Anordnung der Antriebskomponenten, hoch ist.



## 4 Starten

Nicht jedem steht eine Hartpiste und ein Modell mit Einziehfahrwerk zur Verfügung. Hartpisten sind ja in Deutschland nicht sehr verbreitet. Auf Rasen ist wegen der Unebenheiten nicht jedes Einziehfahrwerke nutzbar. Hier ist schon eine gewisse Robustheit Voraussetzung für den problemlosen Betrieb, die gerade viele Fahrwerke der Impeller-Schaummodelle nicht aufweisen. Leider vermisst man in der Regel den Hinweis, dass das Modell mit Fahrwerk nur auf Hartpiste einsetzbar ist. Daher sollte man sich schon vorher überlegen, ob der Einsatz des u. U. beiliegenden Fahrwerks überhaupt Sinn macht und ggf. andere Start- und Landemethoden nutzen.



In der Anfangszeit der Impellerfliegerei waren Einziehfahrwerke die absolute Ausnahme, denn man mußte Gewicht sparen. Aber auch heute noch starten viele ihre Modelle mit folgenden Startmethoden:

- Handstart,
- rutschender Bodenstart,
- oder mit Bungee.

Der rutschende Bodenstart, bei dem das Modell auf dem Boden oder ein ausgebreiteten Kunststoffolie liegt, und man mit Vollgas vom Boden startet, erfordert ein Modell mit entsprechender Schubleistung und ist wegen der Gefahr des Ansaugens von Gegenständen nicht so sehr verbreitet.

Allgemein ist zum Starten von Jet-Modellen noch anzumerken, dass die Ruder nicht durch einen Propeller angeströmt werden und daher erst bei entsprechender Fahrt die Ruder eine Wirkung zeigen. Beim Start von Hartpiste oder Rasen mit Fahrwerk daher erst Rollen lassen und dann wenn sie das Gefühl haben, dass sich u. U. schon leicht die Nase hebt, das Höhenruder ziehen. Lassen Sie das Modell nach dem Abheben langsam steigen und ziehen Sie nicht zu stark am Höhenruder. Nur mit stark motorisierten Jet-Modellen mit einem Schub/Gewichtsverhältnis von über 1:1 sollten Sie auch Starts wie mit einer realen Mig-29 oder einem Eurofighter wagen. Bei einigen Modellen mit Landeklappen macht es u. U. Sinn, diese beim Start um 10 bis 20 Grad nach unten zu fahren, um so den Auftrieb beim Start etwas zu erhöhen, und so die nötige Startstrecke zu verkürzen.

### 4.1 Handstart

Für den Handstart Handstart ist auch ein Modell mit entsprechendem Schub (am besten Schub/Gewicht größer 0,8) und gleichzeitiger guter Gleit-, bzw. Langsamflugeigenschaften Voraussetzung. Viele Deltas, wie eben die Eurofighter auf den Bildern, erfüllen diese Voraussetzungen. Solche Modelle kann man meistens aus dem Stand, also ohne Anlauf, und ohne Helfer mit Vollgas und einem kräftigen Wurf seinem Element übergeben.



Wichtig ist (siehe Foto), dass man das Modell nicht zu steil wirft, da sonst die Strömung abreißen kann. Am besten man programmiert eine Startflugphase in seiner Fernsteuerung und gibt etwas Höhe auf dem Höhenruder. Wenn man die Hand wieder am Steuerknüppel hat, und dass Modell entsprechende Fahrt aufgenommen und Höhe gewonnen hat, schaltet man in die Normalflugphase, ohne Höhentrimmung, um.



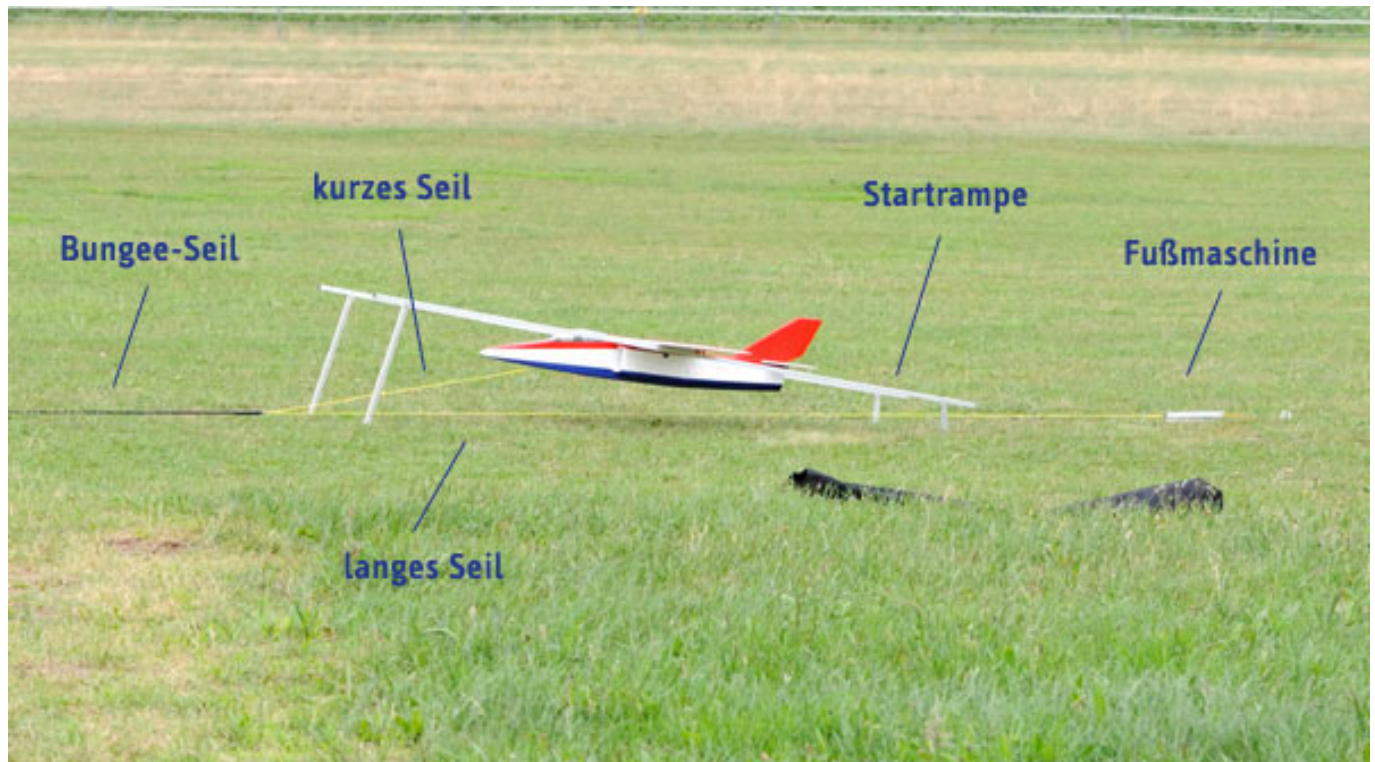
Man sollte sich allerdings vor dem Versuch des Handstart informieren, ob das eigene Modell dafür wirklich geeignet ist. Es gibt durchaus Modelle mit einem Schub/Gewichtsverhältnis von 1:1, die sich nur sehr schlecht handstarten lassen. Modelle, bei denen Handstart mit Anlauf und ein Wurfhelfer nötig ist, sollte man lieber mit dem Bungee starten, da dieses Startverfahren deutlich sicherer ist.

### 4.2 Bungee-Start

Für den sogenannten Bungee-Start oder auch Katapultstart, wird das Modell unter dem Rumpf mit einem Starthaken versehen. Für den Start wird das Modell auf eine Startrampe gelegt, die eine leichte Neigung aufweist. Einige Modelle lassen sich auch vom Boden aus starten aber durch die Neigung der Rampe erreicht man, dass es kein Bodenkontakt beim Start gibt und so der Rumpf geschont wird.

Ein spezielles Gummiseil ist auf einer Seite mit einem Karabinerhaken und auf der anderen mit einer Öse ausgestattet, an dem ein kurzes und ein langes Seil befestigt sind, welche mit je einer Öse am Enden ausgestattet sind. Das Gummiseil wird gespannt und die Öse am kurzen Seil ins Modell und die Öse am langen Seil in eine Start-Fußmaschine eingelegt. Nun wird das Seil gespannt und mit einem Erdnagel im Boden befestigt. Die Auslösung des Startvorgangs erfolgt mit der Fußmaschine, die

auf Betätigung mit dem Fuß das gespannte Seil freigibt. Wenn das Modell sich von der Starttrampe fortbewegt hat, sollte man Vollgas und etwas Höhe geben. Mit der Höhe ist etwas Vorsicht geboten. Lieber erst etwas Fahrt aufkommen lassen, um einem Strömungsabriss vorzubeugen.



Bei dem Starthaken im Modell kann sich auch um einen sehr kleinen Haken handeln. Wichtig ist, dass er gut im Modell verankert ist, ggf. mit einer zusätzlichen Holzleiste. Als Haken eignen sich übliche Schraubhaken aus dem Baumarkt, die zu 90 Grad abgewinkelt sind (siehe Foto).



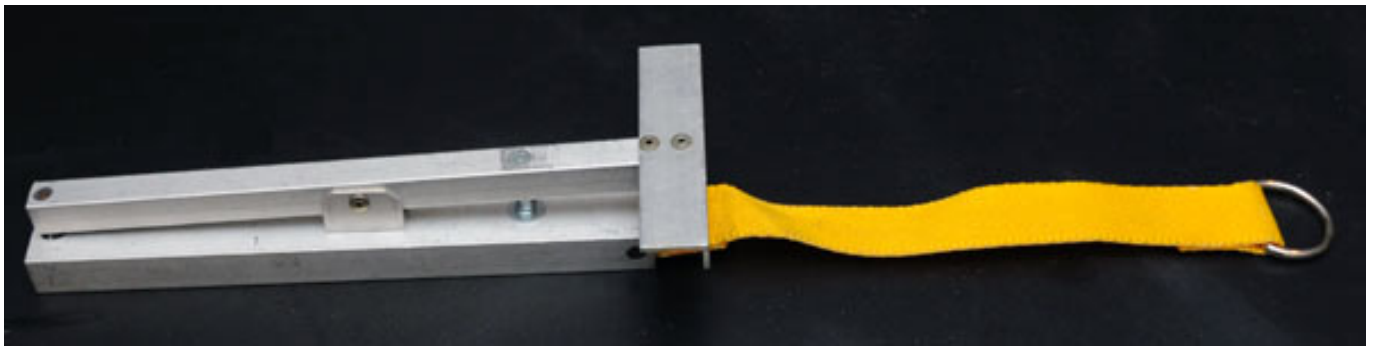
Eine andere Methode eines Starthakens ist ein vier Millimeter starkes CFK-Rohr bündig zur Unterseite und ungefähr 20 Grad zur Hochachse einzuharzen und statt

einer Öse dann einen drei Millimeter dicken Stahlstift in das Rohr einführen.

Die Platzierung des Hackens ist etwas davon abhängig, ob man mit dem Modell nach dem Start schnell Höhe oder Geschwindigkeit aufbauen möchte. Der Starthaken muss deutlich vor dem Schwerpunkt platziert sein. Geeignet ist eine Position  $\frac{1}{3}$  zwischen Modellspitze und dem Schwerpunkt. Ggf. kann man etwas weiter nach hinten rücken aber nicht über die Hälfte zwischen Modellspitze und dem Modellschwerpunkt.

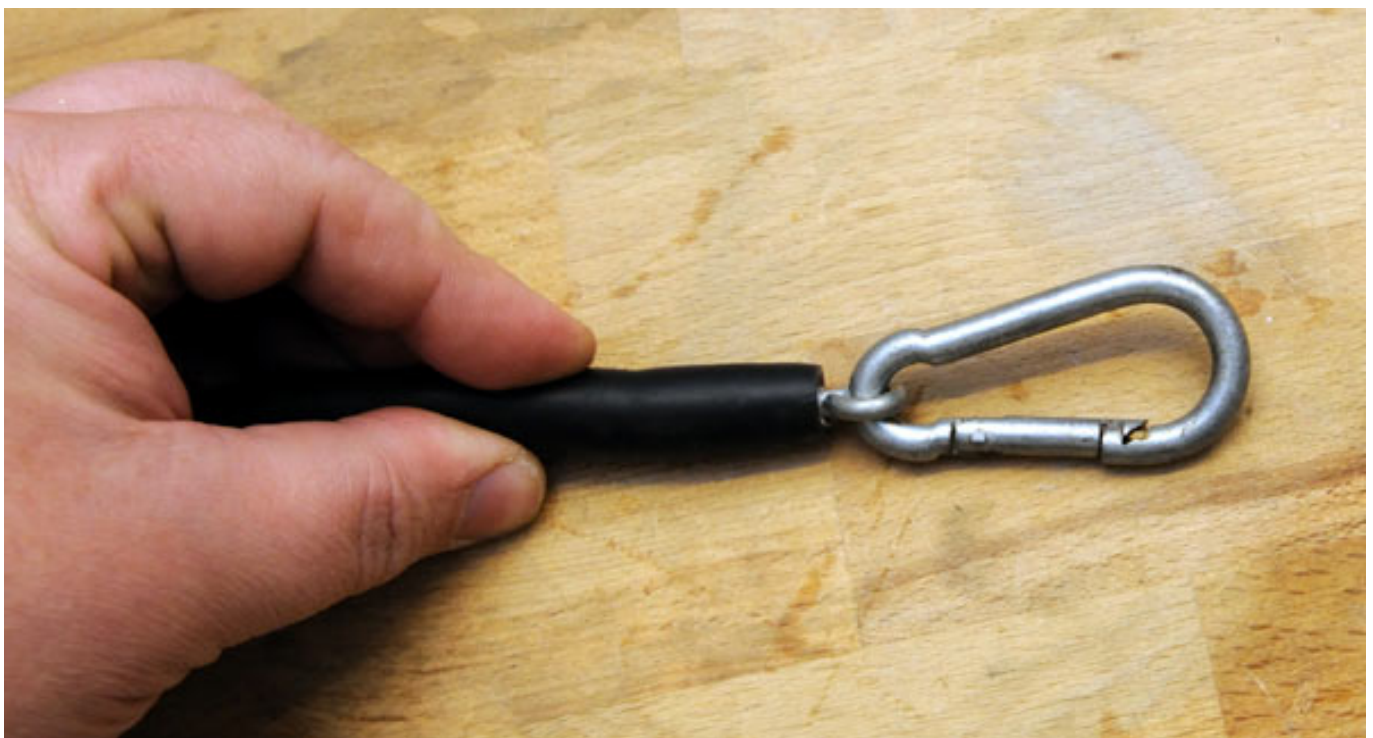


Startrampen lassen sich aus Kunststoff oder Aluminiumrohren leicht selbst herstellen. Rundstäbe eignen sich besser als Rohre mit quadratischem Querschnitt, da die Reibung hier geringer ist. Wichtig ist bei dem Aufbauen, dass die beiden Rohre so einen Abstand haben, dass das Modell gut aufliegt und das beim Start keine Teile am Flügel, wie Servos oder Tankattrappen etc., beschädigt werden können.



Es gibt leider sehr wenige käufliche Startrampen. Vasa Model aus Tschechien bietet z. B. eine komplette Startrampe mit einer sehr schön gemachten Fußmaschine aus Aluminium an (siehe Foto unten). Diese Rampe lässt sich zerlegen und in den beiliegenden Transportbeutel mit einer Länge von 1,1 m auch leicht transportiert. Der Aufbau ist in kurzer Zeit erledigt. Aluminiumstifte sorgen für einen festen Stand im Boden.

Startrampen-Sets werden von mehreren Händlern angeboten, u. a. bei: [www.fluehs-winden.de](http://www.fluehs-winden.de)



Als Gummizugseil eignen sich z. B. die Megarubber von EMC Vega, die auch von mehreren Händlern angeboten werden. Man sollte im Zweifelsfall lieber für ein stärkeres Gummiseil entscheiden und es dann nicht so lang ausdehnen. Der Hersteller macht für die verschiedenen Modellgewichte auch Angaben über Seiltyp und nötigen Dehnfaktor. Mit dem Typ Allround ist man meistens gut bedient. Bei den heute zur Verfügung stehenden Antrieben reicht dann auch je nach Modell eine Ausdehnung auf 200 oder maximal 300 %. Man muss halt nur schnell genug den

Motor starten.

Zu beachten ist, dass die Gummiseile bei winterlichen Temperaturen nicht eingesetzt werden sollten, da sie dann reißen können. Weiter muss man noch darauf hinweisen, dass beim Spannen des Gummiseils Vorsicht geboten ist. Unbedingt darauf achten, dass das Seil im Boden sicher verankert ist und am besten speziell dafür vorgesehene Anker verwenden. Beim Ausziehen des Seils auf 300 % und mehr, muss man schon ordentlich am Seil ziehen. Am besten beim Dehnen am Seil und nicht am Karabinerhaken ziehen. Sie sollten unbedingt darauf achten, dass keine Personen sich in der Nähe der Startrampe und des Gummiseils aufhalten. Sichern Sie die Fußmaschine und ggf. das andere Ende des Gummiseils mit rot/weißen Straßenhüttchen ab, damit da niemand darüber stolpert, oder gar das Modell im gespanntem Zustand versehentlich auslöst. Ist alles schon passiert. Weitere Informationen zu dem Megarubber finden Sie unter: [www.emc-vega.de](http://www.emc-vega.de)

Zur Befestigung von Ösen für den Karabinerhaken und auf der anderen Seite für die beiden Seile, werden spezielle Dübel in das Gummi eingebracht. Sets mit Seilen, Dübeln und Ösen etc. werden von einigen Händlern als Set angeboten, wie z. B. von WeMoTec: [www.wemotec.com](http://www.wemotec.com)

## 5 Flug

Das Fliegen von Jet-Modellen unterscheidet sich deutlich von denen der Propeller-Modelle, insbesondere, wenn man versucht Scale-like zu fliegen. Zu diesem Thema einige Anmerkungen. Zuvor noch der Hinweis, dass das Gesagte nicht als Muss verstanden werden sollte, sondern es soll einfach eine Sensibilisierung für das Thema sein, frei nach dem Motto: Geschwindigkeit ist nicht alles.

Zum Scale-like fliegen eines Jet-Modells - und da ist es egal ob mit Turbine oder Impeller - gehört u. a. eine angemessene Geschwindigkeit um das Modell wirkungsvoll in Szene zu setzen. So sollte man mit Trainer-Jets wie einer Hawk oder L-39 eher gemäßigt unterwegs sein. Diese Jets verfügen im Original ja auch keine Nachbrenner und fliegen ja ausschließlich im Unterschallbereich. Die Geschwindigkeit des Modells ist auch eine Frage des Maßstabs. Ein Modell mit einem Maßstab von 1:8 und 900 km/h Originalgeschwindigkeit ist schon mit 110 km/h Scale-like unterwegs. Bei einem Eurofighter- oder eine F-18-Modell darf es da schon mal in etwas Höhe schneller sein, denn das sind Jets, die im Original auch 1,5fache Schallgeschwindigkeit und mehr fliegen und im Maßstab 1:8 sind dann auch über 200 km angemessen.

Wichtiger als Geschwindigkeit ist häufig der Standschub, der auch z. B. dafür sorgt, dass man aus niedriger Geschwindigkeit heraus, problemlos Aufwärtsfiguren fliegen kann. Dies ist gerade für moderne Jet-Muster wie Eurofighter, F-15 u.a. typisch.

Jet-Modelle werden großräumig geflogen und bei den Originalen hängt es sehr von dem Muster und der Aerodynamik und besonders seiner technischen



Ausstattung ab, welche Figuren überhaupt geflogen werden können. Gerade bei den modernen Mustern mit Fly-by-Wire und Flugkontrollsteuerung ist es überhaupt nicht selbstverständlich, dass ein Flugzeugmuster alle Kunstflugfiguren beherrscht. So musste man z. B. beim Tornado erst einmal experimentieren, um eine Rolle fliegen zu können, und dabei den Bordcomputer überlisten. RAF-Kunstflugpiloten entwickelten hier ein spezielles Verfahren für eine eigentlich einfache Kunstflugfigur. Figuren die im Bereich des Propellerkunstflugs üblich sind, wie Messerflug, sind bei den Originalen Jets-Vorführungen eher selten.

Anders verhält es sich natürlich bei Sport-Jets. Hier ist alles erlaubt was geht und vor allem was sich der Pilot zutraut, bzw. auch sicher beherrscht.

Bei Jets ist es auch so, dass auch ein gewisses Gewicht eines Modells und die Trägheit dieser Masse, zu einem Jet-like Flug beiträgt. Mit dem zunehmenden Gewicht verringert sich z. B. die Empfindlichkeit gegen Windböen. Aber das ganze Flugverhalten wird auch weicher und kontinuierlicher. Bei kleineren Modellen kann man mit einem Kreisel auf den Querruder für einen stabileren Flug sorgen.

Viele Figuren bei Jet-Kunstflugvorführungen der Originale stammen aus Luftkampf-Manövern. Besonders verschiedenste Kurvenmanöver und 3-D-Figuren sind aus der dem Agieren und der Notwendigkeit des Reagierens bei Luftkämpfen entstanden. Wer sich darüber ein detailliertes Bild machen möchte, dem sei einmal folgendes Buch empfohlen, geschrieben von einem Kampfpilot, der alles Wissenswerte über Dogfights verät - ein Klassiker der dieses Thema in der gesamten Bandbreite und Tiefe abdeckt:

*Fighter Combat - Tactics and Maneuvering*, Robert L. Shawn,  
Naval Institute Press, ISBN-10: 0-87021-059-9

## 6 Landung

Bei Jets ist es nötig, die Geschwindigkeit vor der Landung abzubauen, was in der Regel in einer Landeanflugkurve erfolgt, bei dem der Jet auch kontrolliert an Höhe verliert. Um ein Gefühl für die Minimalgeschwindigkeit zu bekommen, empfiehlt es sich in entsprechender Höhe sich an diese heranzutasten.



Bei GFK-Modellen sind häufig auch extra Landeklappen vorgesehen, die den Auftrieb bei geringer Geschwindigkeit erhöhen, indem die Klappen vor der Landung 40 bis 50 Grad nach unten ausfahren. Bei kleineren Modellen behilft man sich, indem man beide Querruder über eine Flugphase nach unten trimmt. Bei Modellen, die sehr schnell hereinkommen, ist es üblich die Querruder nach oben zu stellen und als Luftbremsen einzusetzen. Dies erfordert häufig eine gegenläufige Trimmung des Höhenruders nach unten. Aktiviert werden diese Bremsklappen am Ende der Landeanflugphase.

Bei der Landung selbst gibt es verschiedene Strategien. Eine ist das Modell ausgleiten zu lassen und immer mehr am Höhenruder ziehen, bis der Jet aufsetzt. Bei schwereren Modellen mit geringerem Flächeninhalt fliegt man mit dem nötigen Gas an den Platz heran und vor Erreichen der Platzgrenze nimmt man das Gas kontinuierlich weg, bis der Flieger aufsetzt.

Nach der Landung, und ggf. bei Modellen mit Fahrwerk nach dem Zurückrollen, ist es wichtig, den Motor eines Impeller-Jets noch ca. eine halbe Minute mit sehr geringer Drehzahl nachlaufen zu lassen. Dies kühlt und schont den Motor.