



[www.dmfv.aero](http://www.dmfv.aero)  
[www.jugend.dmfv.aero](http://www.jugend.dmfv.aero)

# Grundlagenwissen zum Modellflugsport

## Schulungsunterlagen

Michal Šip



Teil B – Einstieg in die Materie





# Inhalt

## Kapitel 1

### 1B – Einstieg in die Materie

Die moderne RC-Anlage – Was sie kann und was sie können muss

Seite 03

## Kapitel 2

### 2B – Einstieg in die Materie

Auf die Einstellung kommt es an – Was man vor dem Erstflug beachten muss

Seite 05

## Kapitel 3

### 3B – Einstieg in die Materie

Und wie geht es weiter? – Die Wahl des richtigen Modells

Seite 09

## Kapitel 4

### 4B – Einstieg in die Materie

Feintuning – Wie stelle ich mein Modell optimal ein?

Seite 16

## Kapitel 5

### 5B – Einstieg in die Materie

Seite 19

## Kapitel 6

### 6B – Einstieg in die Materie

Pioniere der Lüfte – Sie hatten ihre Schwierigkeiten

Seite 22

## 1B – Einstieg in die Materie

# Die moderne RC-Anlage

## Was sie kann und was sie können muss

So sehen Fernsteuerungen heute aus. Klein, handlich und vollgestopft mit Elektronik



Das Arbeitsgerät eines Modellfliegers ist seine Fernsteuerung, die „Anlage“. Zwei Joysticks, ergänzt meist durch Schalter und Schieber, lassen eine große Zahl von Funktionen im Modell unabhängig voneinander steuern. Die Befehle werden nach einer Umwandlung im Sender als Funksignale in alle Richtungen abgestrahlt und erreichen auch das Modell, wo sie im Empfänger verarbeitet werden und dann die Servos, die Rudermaschinen steuern. Die Ruder bewegen sich synchron, proportional mit der Bewegung des Steuerknüppels und der Schieberegler.

### Wie weit können Sie fliegen?

Das ist die häufigste Frage, die man als Modellflieger von Laien zu hören bekommt. Die Antwort ist einfach: Mehr, als das Auge sehen kann. Die Reichweite moderner Fernsteuerungen beträgt viele Hundert Meter, je nach Bedingungen kann es auch weit über 1 Kilometer (km) sein. In der Entfernung kann man sein Modell am Himmel schon lange nicht mehr sehen. Wichtig ist nur, dass keine Hindernisse zwischen Sender und Modell vorhanden



Eine der ersten serienmäßigen Fernsteuerungen, eine Tip-Anlage, davor ein Servo. Sie war nicht sehr zuverlässig, die Reichweite war begrenzt und sie war für damalige Verhältnisse sehr teuer. Das Hobby kostete früher sehr viel Geld. Eine Fernsteuerung, ein Motor, ein Modellbaukasten: das, was auf dem Bild zusammengestellt ist, konnte sich nicht jeder leisten

sind, die Empfangsanlage im Modell korrekt eingebaut ist und auch keine Störsignale die Übertragung beeinträchtigen. Moderne RC-Anlagen sind sehr sicher.



### Die schwierigen Anfänge ...

Das, was heute selbstverständlich ist, war noch bis in die 1950er-Jahre des letzten Jahrhunderts ein Traum. Die ersten Fernsteuerungen kannten nur einen Befehl, ein „Ein“ oder ein „Aus“. Dazu drückte man einen Knopf und das Ruder am Modell, meistens war es das Seitenruder, schlug daraufhin aus. Ließ man los, ging das Ruder, von einer Feder oder einem Gummi angezogen, zurück. Das Modell flog also in einer Kurve oder, ohne Steuersignal, geradeaus. Es ging ja auch nur darum, ein Modell zurück zu holen, es sollte nicht wegfliegen. Es tat es oft trotzdem – die Fernsteuerungen versagten häufig.

Diese ersten Fernsteuerungen, so genannte Tip-Anlagen, bekamen später mehrere Funktionen, auch diese natürlich nur als „Ruderausschlag“/„Kein Ruderausschlag“. Und man glaubt es kaum: Experten schafften damit sogar Kunstflug.

### Als man richtig zu steuern begann ...

Erst die Proportionalsteuerungen brachten den Durchbruch – die Ruder reagierten nun simultan auf die Bewegung des Steuerknüppels. Ein wenig rechts war auch am Ruder nur ein wenig rechts, Vollausschlag war auch am Ruder ein Vollausschlag, Knüppel langsam links bewegt, heißt Ruder langsam links zu bewegen. Das war schon eine Revolution, nun konnte man genauso fliegen wie im Pilotensitz.

**Computersender lassen sich auf jedes einzelne Modell individuell programmieren. Ein Display gibt Auskunft über die jeweilige Funktionen und die Einstellung**

### Computersender

Den nächsten großen Sprung machte die Fernsteuertechnik mit der Entwicklung der programmierbaren „Computeranlagen“. Das heißt, dass die Steuerbefehle nach vorher eingestellten Vorgaben im Sender bearbeitet werden, bevor sie zum Modell geschickt werden. Die Größe und Richtung der Ausschläge, das Mischen von einzelnen Funktionen, die Zuordnung der Schalter und Schieber des Senders und vieles mehr. Unterschiedliche Steuerungseinstellungen für einzelne Flugphasen können vorprogrammiert werden, dann kann man während des Flugs zwischen ihnen hin- und her schalten. Beispiel: Kleinere Ruderausschläge für den Normalflug, große Ausschläge für Kunstflug. Besonders die RC-Heli-Piloten nutzen die Möglichkeiten sehr ausgiebig, der Hubschrauberkunstflug wäre ohne programmierbare Sender kaum möglich.

Mit dem Programmieren der Sender ist es aber leider wie mit Handys oder Fotoapparaten. Jeder Hersteller verwendet eigene Software, die anders zu bedienen ist. Man muss das Programmieren lernen. Es lohnt sich, bei einer Fernsteuermarke zu bleiben, wenn man mehrere Sender haben will – zum Beispiel einen kleinen Handsender für Reisen und Hangfliegen, und einen Pultsender mit vielen Funktionen für den heimischen Modellflugplatz.



## 2B – Einstieg in die Materie

# Auf die Einstellung kommt es an Was man vor dem Erstflug beachten muss

Egal, ob Verkehrsflugzeug, Sportmaschine oder Segler: Die Flugzeuge, die den Hersteller verlassen, sind flugklar und eingeflogen. Sie wurden als Prototyp einer Flugerprobung unterzogen, bei der alle Einstellungen und Änderungen erfolgten, die auf uns als Modellflieger oft noch warten. Zwar werden heutige Fertigmodelle auch nach einem vorher erprobten Prototyp hergestellt, doch bei den meisten muss man noch die RC-Anlage einbauen – und damit hat man es auch mit dem Einstellen des Schwerpunkts zu tun. Unsere Einstellarbeiten betreffen auch noch die Ruderausschläge.

### Die drei Achsen

Ein Flugzeug kann die Nase nach unten oder nach oben nehmen, es kann einen Flügel senken und den anderen heben, oder es kann nach links oder nach rechts abdrehen. Immer bewegt es sich dabei um eine der drei Achsen: Die Längs-, die Hoch- und die Querachse.

Die Drehung um diese Achsen kann absichtlich herbeigeführt werden, also mit den Rudern gesteuert. Oder es passiert einfach, weil das Flugzeug zum Beispiel durch Böen und Turbulenzen fliegt. Das sollte aber den Piloten nicht ins Schwitzen bringen, daher sollte jedes Flugzeug auch eine gewisse Eigenstabilität um jede der drei Achsen besitzen. Ein Flugzeug, das eigenstabil fliegt, gleicht kleinere Störungen der Fluglage, wie sie zum Beispiel durch Böen verursacht werden, selbsttätig aus und kehrt in die Normalfluglage zurück. Für die Eigenstabilität sind das Leitwerk, die Schwerpunktlage und die V-Form der Flügel zuständig, für das Steuern dagegen die Ruder.

Soll das Flugzeug um die Hochachse gedreht werden, tritt das Seitenruder in Aktion, wollen wir eine Rollbewegung – eine Drehung um die Längsachse – einleiten, also einen

Flügel heben und den anderen senken, so werden die Querruder betätigt. Für die Bewegung um die Querachse, also „Nase hoch oder runter“, ist das Höhenruder zuständig.

Merke: Die Leitwerke, bestehend aus Dämpfungsfläche und Ruder, sorgen für Flugstabilität, die Ruder, die beweglichen Teile, sind für das Steuern zuständig.

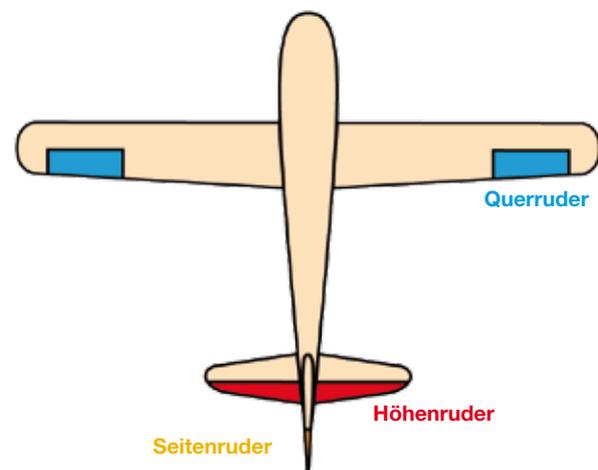
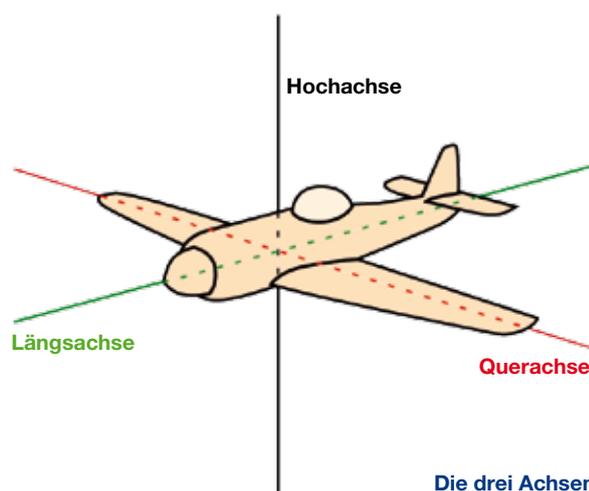
### Stabil, stabiler, am stabilsten?

Das Maß der Eigenstabilität kann man gezielt durch konstruktive Maßnahmen, auch durch die Größe der Ruderausschläge und die Lage des Schwerpunkts beeinflussen. Heißt es nun, je eigenstabiler ein Flugzeug ausgelegt ist, umso besser ist es auch? Dann haben die Piloten ja wenig zu tun! Irrtum. Je eigenstabiler ein Flugzeug ausgelegt ist, umso unwilliger nimmt es auch Steuerbefehle an, umso träger reagiert es. Das könnte irgendwann gefährlich werden. Und ein hohes Maß an Eigenstabilität bringt leider auch Widerstand, verringert also die Leistung. Manche Militärjets fliegen in einer eigentlich unfliegbaren Konfiguration, sie sind instabil eingestellt und nur mithilfe ihrer komplizierten Computersteuerelektronik beherrschbar. Man darf es also mit der Eigenstabilität nicht übertreiben!

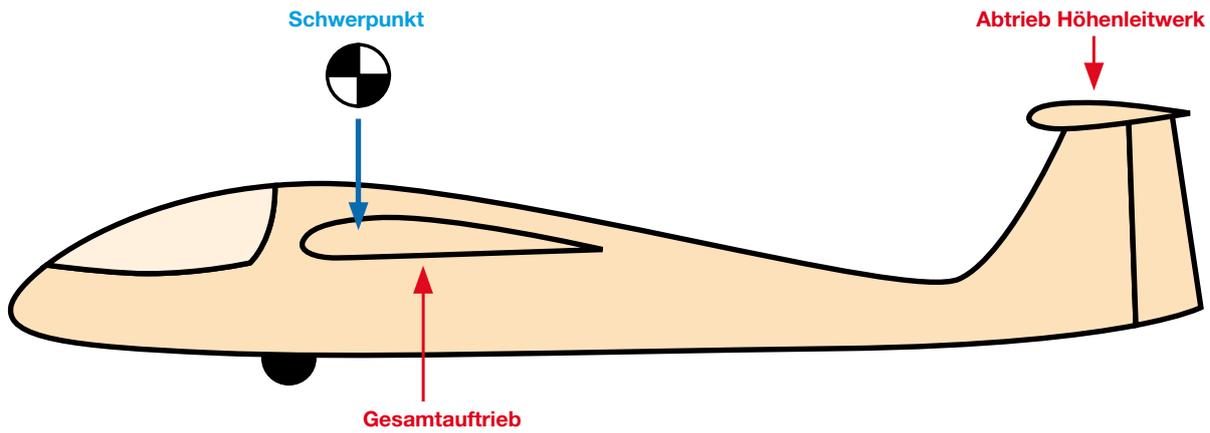
Merke: Das Flugzeug muss über so viel Flugeigenstabilität wie nötig (oder wie erwünscht) verfügen, um sicher zu fliegen und doch so wenig davon wie möglich haben, um eine gute Leistung und Steuerbarkeit zu besitzen.

### Die Querachse und der Schwerpunkt

Steuerung um die Querachse: Die Querachse geht durch den Flügel hindurch. Eine Drehung um die Querachse hat also die Änderung der Flugrichtung nach oben



Die drei Achsen eines Flugzeugs und die Ruder



**Schwerpunkt, Neutralpunkt und die Flugstabilität:** So wie man die Massen eines Flugzeugs in den Schwerpunkt projizieren kann, so kann man es mit den Auftriebskräften tun: Das ist dann der Neutralpunkt, der etwas hinter dem Schwerpunkt liegen muss, damit das Flugzeug stabil fliegt. Dann sind der Flügelauftrieb, der Schwerpunkt und die Wirkung des Höhenleitwerks so aufeinander abgestimmt, dass es immer zurück in einen stabilen Horizontalflug zurück findet. Dem Schwerpunkt folgend, „möchte“ das Flugzeug die Nase nach unten nehmen. Das geht nur bis zu einer gewissen Geschwindigkeit, bei der dann die Wirkung des Auftriebs und die Abtriebswirkung des Höhenleitwerks die Schwerpunktwirkung kompensieren. Bringt eine Bö das Flugzeug in eine steil nach unten gerichtete Flugbahn, so wird es schneller, die Höhenruderwirkung wächst und richtet das Flugzeug wieder auf. Umgekehrt, nimmt es die Nase hoch, wird es langsamer, die aerodynamischen Kräfte werden kleiner, der Schwerpunkt kommt zum Zuge. Das Flugzeug ist um die Querachse stabil

oder nach unten zur Folge, das Flugzeug steigt oder sinkt. Für die Steuerung um diese Achse ist das Höhenruder zuständig.

Die Stabilität um die Querachse wird durch das Verhältnis einiger Faktoren zueinander bestimmt. Zum einen ist es das Höhenleitwerk. Es wirkt – ohne ausgeschlagenes Höhenruder – mit seinem so genannten Fahneneffekt dann entgegen, wenn das Flugzeug ohne Pilotenabsicht seine Lage zu ändern versucht.

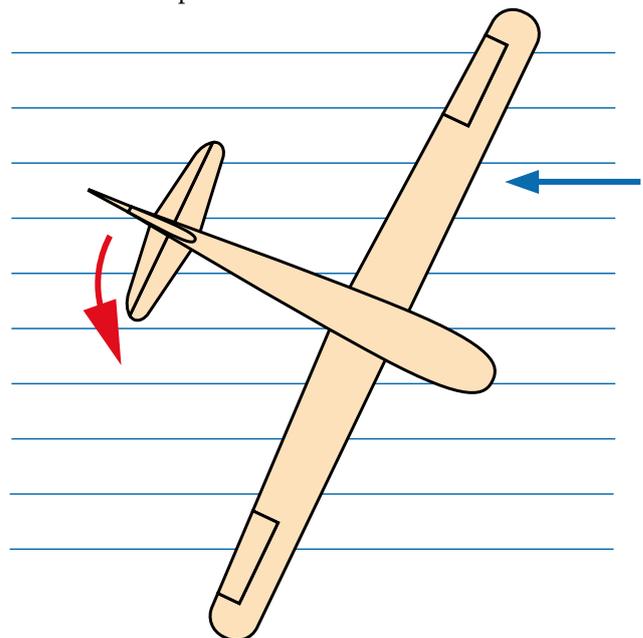
Doch ebenso wichtig für die Stabilität um die Querachse ist die Lage des Schwerpunkts im Zusammenspiel mit der Einstellwinkeldifferenz (EWD). Je weiter vorne er liegt, desto eigenstabiler fliegt das Flugzeug. (Aber: Je extremer diese Schwerpunktvorlage wird, desto träger reagiert das Flugzeug auf Steuereingaben und desto schlechter werden seine Flugleistungen).

Wird der Schwerpunkt dagegen immer weiter nach hinten verlegt, so ist ab einem gewissen Wert Schluss: Das Flugzeug reagiert immer empfindlicher, am Ende trudelt es ab und das Trudeln lässt sich vielleicht nicht mehr beenden.

Das, was wir also für eine gute Stabilität, Leistung und Steuerbarkeit suchen, ist die optimale Lage des Schwerpunkts – mit dem richtigen Wert der EWD. Das gilt für jedes Flugzeug. Selbst in einem halbvollen Verkehrsjet würden es die Piloten nicht akzeptieren, wenn alle Passagiere nur die vordersten oder – noch viel schlimmer – nur die hintersten Sitzreihen belegen würden!

Bei unseren Modellen wird die korrekte Schwerpunktlage in der Bauanleitung angegeben. Durch die Platzierung der RC-Komponenten, vor allem des Akkus, und vielleicht auch zusätzlichen Ballast wird die Schwerpunktlage eingestellt. Die letzten Feinheiten der Schwerpunktlage kann man dann erfliegen – siehe Kapitel 4b.

Merke: „Schwerpunkt geht immer vor Gewicht!“ Lieber etwas mehr Ballast in die Flugzeugnase einpacken, als mit falschem Schwerpunkt zu starten!



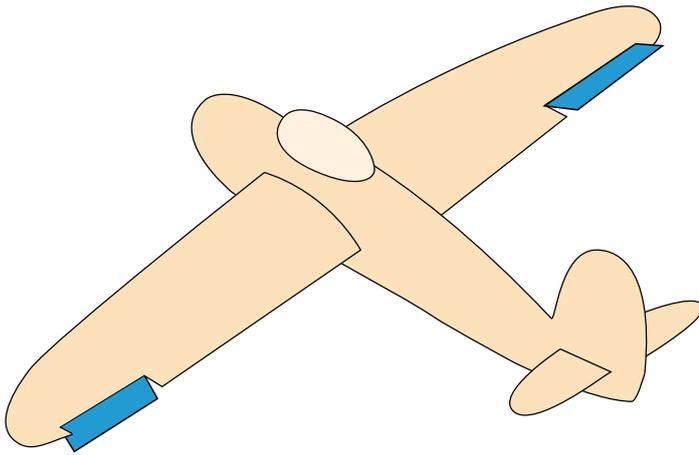
**Fahneneffekt:** Das Seitenleitwerk lenkt das Flugzeugheck in Richtung des geringsten Strömungswiderstandes, indem es versucht, parallel zum Fahrtwind zu stehen

### Die Hochachse

Die Hochachse können wir uns so vorstellen, dass sie von oben nach unten durch das Flugzeug hindurchgeht. Für die Drehung um die Hochachse ist das Seitenruder, für die Stabilität um die Hochachse das gesamte Seitenleitwerk zuständig. Das Seitenleitwerk ist eine Fläche, die sich, einer Fahne gleich, immer in den Wind stellt. Weicht das Rumpfeende aus der Flugrichtung aus, wird es sofort vom Seitenleitwerk zurückbefördert.



**Querruderausschlag rechts: Rechter Flügel geht herunter, linker hoch**



### Die Längsachse

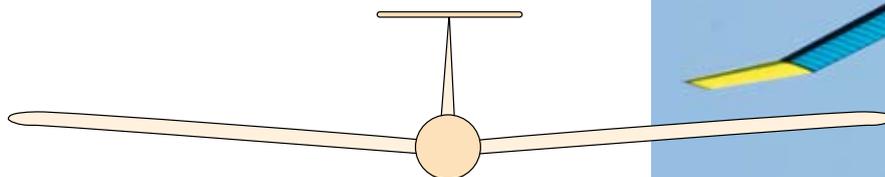
Nun bleibt noch die Längsachse, das ist die, die durch den Rumpf hindurch geht. Ein Flügel geht nach unten, der andere hoch. Das ist die Drehung um die Längsachse. Sie wird mit den beiden Querrudern gesteuert.

Ein Flugzeug um die Längsachse zu stabilisieren heißt, dass seine beiden Flügel waagrecht bleiben und in diese Lage auch nach einer Störung zurückkommen – dass es also nicht plötzlich einen Flügel nach unten nimmt und wegkippt.

Die Lösung heißt V-Form. Die Flügelhälften sind, von vorn gesehen, etwas nach oben gerichtet, manchmal sogar doppelt geknickt. Eine primitive Erklärung ist diese: Das Flugzeug schaukelt sich immer „nach unten ins Gleichgewicht“, wie ein gewölbtes Blatt. Aerodynamisch korrekt bedeutet es: Hebt sich eine Flächenhälfte, verringert sich auch ihre Projektionsfläche (sie wird von oben gesehen, „kleiner“ als die gegenüberliegende Flächenhälfte, die dank der V-Form nun horizontal liegt); die gehobene Flächenhälfte trägt also weniger und sinkt wieder. Bei Kunstflugzeugen verzichtet man auf die V-Form, sie sollen nur den Querrudern gehorchen.

### Einstellwinkel

Wir haben die drei Achsen kennengelernt, die dazugehörigen Ruder und die Bedeutung des Schwerpunkts. Noch etwas muss der Konstrukteur berechnen und bestimmen, was für das Flugzeugverhalten genauso wichtig ist: Die EWD. Der Flügel ist in einem bestimmten Winkel



**Die V-Form sorgt für Stabilisierung um die Längsachse. Manche Modelle haben einen so genannten „Doppelknick“, der noch mehr stabilisiert**

zur Rumpflängsachse eingebaut, das ist der Einstellwinkel (EW). Auch das Höhenleitwerk steht in einem Einstellwinkel zur Rumpflängsachse. Das Verhältnis der beiden Einstellwinkel ist die EWD. Weil das Höhenleitwerk in vielen Fällen in einem Winkel von  $0^\circ$  zur Rumpflängsachse steht, entspricht die EWD meist dem EW des Flügels.

Bei Fertigmodellen sind die Parameter schon festgelegt und nur durch einen mehr oder weniger aufwändigen Umbau zu ändern. Bei einem Modellbausatz können wir sie dagegen oft variieren und damit die Flugeigenschaften und Flugleistungen beeinflussen.

**Merke:** Eine Änderung der EWD verändert die Flugeigenschaften stark. Mit einer in kleinen Stufen erfolgenden Änderung der EWD bei gleichzeitiger Verlegung des Schwerpunkts kann man die Flugleistungen deutlich erhöhen. Die Voraussetzung: Man versteht, was man tut!

**Nachtrag:** Es gibt noch einen Winkel, der mit dem EW gern verwechselt wird: Der schon genannte Anstellwinkel. Der EW ist eine feste Baugröße, der Anstellwinkel ändert sich dagegen mit der Fluglage, in der sich das Flugzeug befindet. Der Höhenruderausschlag bestimmt den Anstellwinkel, mit dem das Flugzeug jeweils fliegt.

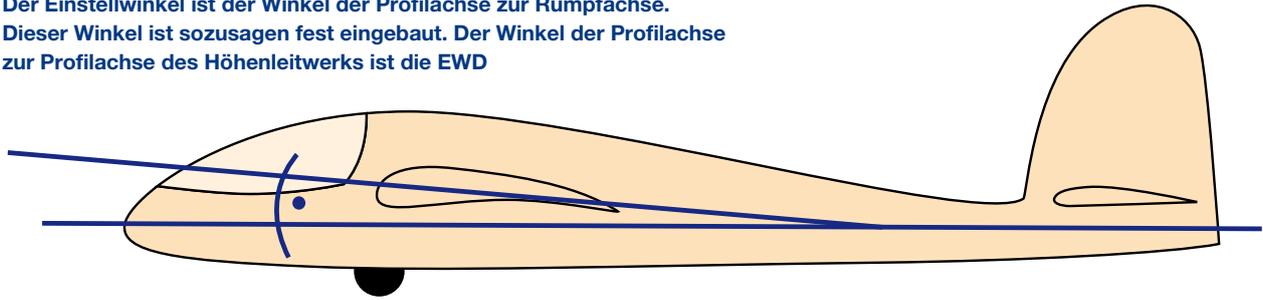
### Wir sind noch nicht fertig

Die Motorflieger, ob elektrisch oder mit Verbrenner, haben noch eine Aufgabe: Den Motor einzubauen. Festschrauben, fertig. Oder? Nicht ganz. Ein Motor dreht an einem Propeller und das Gegendrehmoment versucht den Motor – also das Flugzeug – in die entgegengesetzte Richtung zu drehen. Man baut daher oft den Motor „ein wenig schief“ ein, damit das Drehmoment kompensiert ist. Motorseitenzug für den Drehmomentausgleich heißt die Maßnahme. Unsere Motoren drehen – in Flugrichtung gesehen – im Uhrzeigersinn. Das Gegendrehmoment versucht das Flugzeug in eine Linkskurve zu drehen. Man baut daher den Motor so ein, dass er ein wenig nach rechts zeigt. Motorseitenzug ist im Besonde-





Der Einstellwinkel ist der Winkel der Profilachse zur Rumpfachse. Dieser Winkel ist sozusagen fest eingebaut. Der Winkel der Profilachse zur Profilachse des Höhenleitwerks ist die EWD



ren bei Motorflugzeugen und insbesondere bei Kunstflug-Motormodellen notwendig, die in konstanter Bahn fliegen müssen.

### Motorsturz für den Kraftausgleich

Der Motor beschleunigt das Flugzeug, mit steigender Geschwindigkeit wächst der Auftrieb, was dazu führen würde, dass die Maschine zu stark die Nase nach oben nehmen würde. Und weil die Motorachse, das heißt der

nach vorne ziehender Motor, bei vielen Flugzeugen tiefer als der Flügel liegt, kommt bei ihnen ein zusätzliches Kippmoment ins Spiel.

Abhilfe schafft man, indem der Motor ein wenig nach unten zeigend eingebaut wird. Bei manchen Modellen wie zum Beispiel Elektroseglern ist auch das heute nicht unbedingt nötig. Man kann dem „Gas“ etwas Tiefenruder im Sender beimischen, das genügt meistens schon.

## 3B – Einstieg in die Materie

# Und wie geht es weiter?

## Die Wahl des richtigen Modells

Als Beginner fängst Du am sinnvollsten mit einem einfachen Trainermodell an. Das kann ein Segler, ein Motorsegler oder ein Motorflugzeug sein. Vielleicht möchtest Du aber nur Hubschrauber fliegen? Dann fängst Du auch mit einem Hubschrauber an, denn das Hubschrauberfliegen unterscheidet sich völlig vom Steuern von Flächenflugzeugen und es ist auch viel schwieriger.

In jeder dieser Klassen findest Du Modelle für den Anfänger, die oft Trainer heißen. Die nächste Stufe sind Flugzeuge für den mehr oder weniger erfahrenen Sonntagsflieger, auch Sportmodelle genannt. Damit sind nicht Modelle für den Wettbewerb gemeint, sondern für das Hobby Modellsport. Zum Schluss haben wir noch etwas für die Expertenrunde oder den Spezialisten, daher wollen wir sie hier Spezialmodelle nennen: Hierher gehört alles, was aus der Reihe fällt: Aufwändige Flugzeuge für Wettbewerbsflieger oder Konstruktionen für Schaupiloten, die auf Flugtagen ihre oft viele tausend Euro teuren Maschinen vorführen und einige andere Typen mehr.

Die Trainer: Das sind Modelle für den Anfänger, aber auch ein fortgeschrittener Modellflieger kann mit ihnen

seinen Spaß haben, weil sie eben so problemlos zu fliegen sind. Sie sind in der Tat meist einfach ausgelegt, unempfindlich und auch nicht teuer. Für den Anfang sind etwas größere Flugzeuge am besten geeignet, weil sie ruhiger als die ganz kleinen fliegen und deren Lage in der Luft besser zu erkennen ist. Die Spannweite bei Seglern darf also 1,5 bis 2,5 m betragen, bei Motormodellen 1 bis 1,5 m.

Sportmodelle: Wenn Du schon etwas Erfahrung gesammelt hast, kannst Du Dich bei den Sportmodellen umsehen. Sie sind meistens schon etwas größer, sehen auch interessanter aus, und fliegen auf jeden Fall besser. Noch etwas? Ja, teurer sind sie auch. Die Sparte „Sportmodelle“ ist nach oben offen, sie können auch schon mal groß und richtig teuer werden.

Als Spezialmodelle haben wir hier Flugzeuge genannt, die etwas schwierig zu klassifizieren, auf jeden Fall aber für erfahrene Modellflieger bestimmt sind. Es können teure Wettbewerbsmodelle oder aufwändige, große und vorbildgetreue Maschinen für den Schauflug sein, wobei alle natürlich auch ganz „normal“ auf dem Sonntagsflugplatz geflogen werden können. Zu diesen Modellen

Slow- und Parkflyer sind heutzutage häufig die Modelle, mit denen der Nachwuchs seine ersten Flugversuche startet





**Bei Scale-Modellen wollen es Erbauer ganz genau wissen: das Modell soll dem Original täuschend ähnlich sehen**

muss man auch Zweckmodelle zählen, Konstruktionen, die ausschließlich für bestimmte Verwendungen ausgelegt wurden. Zum Beispiel nur den Seglerschlepp, für das Fotofliegen, auch für wissenschaftliche Zwecke, oder das Erproben bestimmter Technologien wie neuer Antriebe.

### Indoor- und Parkflyer

Diese relativ junge aber wichtige Modellsparte dürfen wir nicht übergehen. Es sind einfache, kleine Modelle aus Schaumstoff, die man in einer Turnhalle oder bei ruhigem Wetter auch im größeren Garten fliegen kann. Sie sind wirklich simpel gebaut, die Teile sind aus Schaumstoffplatten ausgeschnitten und ineinander gesteckt. Deren Vorzüge sind groß: Preiswert – sie kosten nicht viel und mit etwas Modellbauerfahrung kann man sie auch selber bauen.

Unempfindlich: Auch eine Kollision mit einem Deckenpfeiler oder Baum wird weggesteckt, schlimmstenfalls schnell repariert. Leicht zu fliegen – mit einfachen Runden kann man beginnen, und doch sind ihre Möglichkeiten beinahe unbegrenzt steigerungsfähig. Mit den Modellen kann Dein Können wachsen. Experten fliegen damit atemberaubenden Kunstflug auf kleinstem Raum, Rückenflug ein paar Zentimeter (cm) überm Boden oder

Synchronflug mit mehreren Modellen. Wetterunabhängig – kann man den Hausmeister überreden, die Sporthalle zum Fliegen zu benutzen, ist das Fliegen immer möglich. Auch der Winter wird zur Flugsaison.

Die winzigen Mikrokomponenten der Fernsteuerung muss man in ihrer Funktion erst verstehen, denn es ist ein bisschen anders als bei „richtigen“ Modellen.

### Scale

Flugzeugähnlich sind viele Modelle, weil die meisten Modellflieger Nachbauten von bekannten Flugzeugen bevorzugen und die Modelle sollten dann auch wie eine „Piper“, „Cessna“, ein „Astir“ oder eine „ASW“ aussehen. Mehr oder weniger. Oft eher weniger, wenn man genau hinsieht. Mit „Scale“ meinen wir etwas anderes.

Es gibt Modellbauer, die ein, zwei oder auch drei Jahre an einem Modell bauen, in dem wirklich absolut detailgetreu das Original nachgebaut wurde. Die besten werden auf großen Wettbewerben eingesetzt. Einige spezialisierte Firmen bringen sie auch als Fertigmodelle heraus. Es gibt kein Flugzeug, das man nicht nachbauen kann. Ob und wie es fliegen wird, ist eine andere Sache. Manche Flugzeuge sind als Modelle extrem schwierig zu fliegen, viele andere lassen sich auch als sehr gut fliegende Modelle nachbauen.

### Jets

Die Nachbauten von Jets sind etwas ganz Besonderes. Dennoch gibt es sie als Sportmodelle, sogar als einfache Trainer, ebenso wie teure Scale-Flugzeuge. Heute überwiegen zwei Antriebsarten: Die Elektroimpeller und die echten Turbinen. Elektroimpeller: Sie funktionieren ähnlich wie, profan gesprochen, leistungsfähige Staubsauger. Sie verdichten und beschleunigen die angesaugte Luft. Dass die Impellermodelle so funktionieren, wie sie es heute tun – nämlich sehr gut – verdanken auch sie den modernen Akkumulatoren.

Die Szene wird zunehmend von kleinen, preiswerten Schaumstoff-Impellermodellen beherrscht, die auch ein Jet-Feeling aufkommen lassen. Weil die Modelle so leicht

**Solche Scale-Jet-Modelle sind beeindruckend, aber nichts für Einsteiger. In einer einfachen Ausführung, als Schaumstoff-Elektroimpellermodelle, sind sie jedoch für den fortgeschrittenen Anfänger durchaus geeignet**





Zepeline sind auch im Modellflug zu finden. Sie sind aber eher eine Randerscheinung, dennoch nicht minder interessant

sind, können sie auch etwas Zuladung – sprich Akkus – mitnehmen und daher auch brauchbare Flugzeiten zustande bringen. Sie sind nicht ganz so leicht zu fliegen, weil sie recht schnell und klein sind, doch sie verlangen keine Experten am Steuersender. Elektroimpellermodelle gibt es aber auch als große, aufwändige Konstruktionen.

Die Modellturbinen: Diese extrem komplexen Antriebe entsprechen in ihrem Funktionsprinzip, aber auch in vielen Bauteilen den richtigen Strahltriebwerken. Sie treiben Modelle an, die flugfertig einige tausend Euro kosten. Solche Flugzeuge kann nur jemand fliegen, der schon viele Jahre den Modellflug betreibt (und eine ordentlich gefüllte Hobbykasse hat). Fazit: Expertenklasse

### Experimentalmodelle

Hier toben sich all jene aus, die das Normale, Tagtägliche langweilig finden. Als Modellflieger kannst Du alles ausprobieren, selbst der verrückteste Flugapparat kostet nicht die Welt und wenn er doch abstürzt – der Pilot bleibt garantiert unverletzt. Es sind Modelle, oft Eigenbauten, mit denen der Modellflieger etwas Neues ausprobieren will, ein Flugzeugkonzept entwirft, das völlig aus dem Rahmen fällt. Neugierde, auch wissenschaftliches Interesse können sein Antrieb sein, oder einfach Spaß an etwas Verrücktem.



Manchmal wird ein Modell nur gebaut, um zu sehen und zu testen, was alles möglich ist

### Ballone und Luftschiffe

Hierzu gehören die Schwebefans, die mit Gas- oder Heißluftballonen und Zeppelein experimentieren. Die Modelle werden gelegentlich sogar wissenschaftlich eingesetzt, zum Beispiel für archäologische Luftaufnahmen. Bei den RC-Heißluftballonen wird nur der Brenner ferngesteuert, also gezündet oder ausgestellt. Damit haben die Modellballonfahrer das gleiche Problem wie ihre Vorbilder – die Geräte sind Spiel der Winde, daher nur an windstillen Tagen einsetzbar. Etwas besser dran sind die RC-Luftschiffe, die dank Antrieb auch mit leichtem Wind zurechtkommen und zum Flugplatz zurückgefahren werden können.

### Spaßvögel und andere Vogelnachbauten

„Spaßvögel“ unter RC Modellen findet man auch, die „RC-Bussarde“, „RC-Möwen“ und „RC-Störche“, also Flugmodelle mit festen Flügeln, deren Konturen einem Vogel nachempfunden sind. Sie fliegen meist mit einem mehr oder weniger geschickt versteckten Propeller und sind eigentlich eher normale Modellelektrosegler mit einem besonderen Aussehen.

Aber man experimentiert schon lange mit echtem Vogelflug. Ein Modell zu bauen, das flügel Schlagend steigt, die Richtung steuert, auch gleiten kann, am Ende sogar punktgenau landet, das ist bisher jedoch noch niemandem

**Schon am Anfang der Fliegerei versuchte der Mensch, den Vogel zu imitieren. So richtig gelingen wollte es nie**





gelungen. Es sind einfach zu viele Dinge zu lösen – der mechanische Antrieb, die Steuerung, die Flugstabilität, das Gewicht. Und doch ist die Chance groß, es eines Tages zu schaffen. Jedenfalls viel größer als die, dass sich der Mensch selbst eines Tages flügelnd in die Luft erhebt. Im Internet findest Du viele Links zum Thema, ein gutes Suchwort ist Ornithopter, so heißt der Modell-Vogelnachbau.

### Schall und Rauch

In Zeiten, wo unsere Sonden den nahen Weltraum erkunden und der bemannte Flug zum Mars immer näher rückt, fragt man sich: Wo bleibt die Rakete als Modell? Es gibt den Raketenmodellflugsport mit einigen auch internationalen Klassen, dem aber heute wenig Bedeutung zukommt. Raketenmodelle als Hobby haben sich in Deutschland nie so richtig etabliert. Die Sicherheitsbestimmungen, die Limitierung der Größe und Anzahl der erlaubten Treibsätze, vor allem aber auch deren Preis sind wohl die Gründe, warum die Modellrakete hierzulande nie so richtig abhob.

### Mit der Sonne fliegen

Jeder Segelflieger tankt die Sonne, wenn er in der Thermik steigt. Doch es geht auch auf die direkte Art, beim Solarflug. „Solar“ ist hoch aktuell, „solar“ ist die Energiequelle der Zukunft, „solar“ sind inzwischen die Dächer auf manchem Bauernhof. Und solar sind die Modellflieger schon geflogen, als die Welt andere Sorgen hatte und Alternativenenergien kaum jemanden wirklich interessierten. Die damalige Entwicklung führte zu Modellen, die bei gutem Wetter fast unbegrenzt oben bleiben konnten. So genannte Pufferakkus erlaubten es auch, Flugphasen ohne Sonnenstrahlung zu überbrücken.



Hubschrauber werden auch gern als die Königsklasse des Modellflugs bezeichnet

### Mehr zum Thema ...

... Helikopter findest Du in der Helikopter-Fibel II des DMFV. Das 68-seitige Buch gibt es für 12,- direkt unter [www.dmfv-shop.de](http://www.dmfv-shop.de)



Obwohl die Elektronik inzwischen noch kleiner und leichter geworden ist, die Antriebe noch einmal mehr Leistung aus weniger Gewicht herausholen und die Effizienz der Solarzellen gesteigert werden konnte, ist es um den Solarflug ziemlich still geworden. Es könnte sein, dass er wiederkommt.

### Hubschrauber, die besondere Klasse

Wir haben schon zwei Dinge festgestellt: Wer nur Hubschrauber fliegen will, sollte auch gleich mit dem



Schon seit vielen Jahren haben Modellflieger mit Solarzellen experimentiert



**Hubschrauber sind schwer zu fliegen. Nicht aber so genannte Koaxial-Helis mit zwei gegensätzlich drehenden Rotoren**

Hubschrauber beginnen. Vorher mit einem Flächenmodell zu üben, bringt kaum etwas, verwirrt eher.

### Ein Koaxialheli vor dem Heckheli?

Nicht alle Hubschrauberpiloten werden dem zustimmen, aber ein „Koax“ kann ein guter Anfang sein. Wenn Du diesen perfekt beherrschst, steigst Du auf heckrotorgesteuerte Helikopter um. Auch sie, die richtigen Helikopter, gibt es in ganz klein, deren Vorteil ist ihre Bruchunempfindlichkeit. Größere Modelle fliegen dagegen ruhiger.

Die Mechanik und die Steuerung eines Hubschraubers sind so kompliziert, dass man sie nicht in wenigen Zeilen abhandeln kann. Es ist einiges an Literatur zu studieren, um den Heli richtig zu verstehen und einzustellen.

Simulator: Jeder Euro, den Du in einen Simulator investierst, kann viele Euros beim Fliegen sparen. Das heißt: Ein guter Modellflug-Simulator mit ausgereiftem Helikopter-Feature – also mehrerer Modelle mit vielen Einstellmöglichkeiten für jedes einzelne sowie variablen

### Mehr zum Thema ...

... Koaxial-Helikopter findest Du in der Koaxial-Helikopter-Fibel des DMFV. Das 68-seitige Buch gibt es für 12,- direkt unter [www.dmfv-shop.de](http://www.dmfv-shop.de)



Flugbedingungen – ist immer billiger als ein Bruch mit einem 600,- Euro-Heli.

Little help from my friends: Besonders fürs Helifliegen ist die beste Lernmethode mit Lehrer-Schüler-Kabel, wenn Du einen Kollegen findest, der sich die Zeit nimmt, mit Dir zu üben. Es werden nicht wenige Stunden sein. Zu diesem Zweck gibt es auch Heli-Flugschulen.

### Die Bauweisen – zunächst: Schaumstoffmodelle

Die Trainer als Fertigmodelle gibt es in der für Dich geeigneten Ausführung in zwei Bauweisen: Entweder als Holzmodelle, also aus Sperrholz und Balsa aufgebaut, mit Rippen und Spanten, so, wie man es früher selber machte. Oder als Schaumstoffmodelle, auch als Schaumwaffeln verspottet. Sie sehen oft sehr flugzeugähnlich aus, verfügen über viele Details. Die Teile werden in speziellen Formen geschäumt und lackiert. Oder sie bestehen nur aus einzelnen Platten, so wie die Indoor- oder Parkflyer.

Vorteile: Die Modelle sind fertig, das „Bauen“ beschränkt sich auf Zusammenstecken und Verkleben, kleine Modelle sind schon aus der Schachtel heraus flugklar. Die Flugeigenschaften sind einfach. Die Modelle sind sehr leicht. Durch das geringe Gewicht sind auch Kollisionen und Abstürze nicht dramatisch – sie bleiben ohne Folgen oder sind reparierbar. Reparaturen sind leicht auszuführen. Wenn keine Teile verlorengegangen sind, kann man sie mit schaumstoffverträglichem Kleber zusammenfügen. Fehlt etwas oder ist ein Teil richtig zerbröselt, kann man es nachbauen. Vergleichbare Materialien findet man im Baumarkt in der Abteilung Dämmstoffe. Die Modelle sind (wenn auch nicht immer) sehr günstig zu haben.



**Schaumstoff wird als Material im Modellbau immer beliebter. Es ist extrem robust und dabei nicht einmal teuer**



Nachteile: Auch wenn die Oberflächen der in Formen geschäumten Modelle relativ fest sind, so bleiben Spuren nicht aus. Kratzer und Druckstellen sind auf Dauer nicht zu vermeiden. Irgendwann ist das Modell gar nicht mehr so schön wie es aus der Schachtel kam, sondern sieht aus wie ein ramponiertes Spielzeug. Das geringe Gewicht ist vorteilhaft, jedoch nicht immer. Wenn's ordentlich bläst, haben die Schaumwaffeln das Nachsehen, deren Aerodynamik ist nicht so ausgefeilt wie bei „richtigen“ Modellflugzeugen. Festigkeit: Schaumstoff hat seine Festigkeitsgrenzen. Ein 4-Meter-Segler mit schmalen Flügeln muss anders gebaut werden. Und auch beim Hochstart eines Schaumstoffseglers muss man vorsichtig sein. Doch die Entwicklung geht immer weiter und sie werden besser.

Du wirst Freude an diesen Spaßmodellen haben, doch wenn Du weiter den Modellflug betreiben willst, so wirst Du irgendwann auch andere Modelle zum „richtigen“ Fliegen haben wollen. Fazit: Ideale Modelle für Anfänger und Spaßmodelle für alle.

### Konstruktionsmodelle

Das ist die Traditionsmethode im Modellbau, hat aber im Laufe der Zeit viele Änderungen erfahren. Die ersten Modelle wurden komplett aus Kiefernleisten, Balsa- und Sperrholz aufgebaut. Früher hat man damit als Modellbauer begonnen, nach einem Bauplan die Rippen und Spanten auszuhäuten und sie dann zu einem fertigen Modell zusammenzubauen. Das ist natürlich auch heute möglich, und eigentlich immer noch eine, wenn auch von vielen schon vergessene oder noch nicht kennengelernte, schöne Seite des echten Modellbaus. So können auch Unikate entstehen, Eigenkonstruktionen, die es nur in einem Exemplar gibt.

Später kamen die Bausätze dazu, mit fertigen Rippen und Spanten, manchmal mit einem fertigen Kunststoffrumpf. Die meisten Fertigmodelle kommen in dieser Bauart heute aus Asien. Der Zeitaufwand für den Bau ist bei den dort üblichen, niedrigen Lohnkosten nicht entscheidend.

Vorteile: Die Modelle sind, wenn sie gut konstruiert und gebaut sind, leicht und dennoch sehr stabil. Auch aufwändige große vorbildgetreue Flugmodelle können so gebaut werden. Wenn es Bruch gibt, ist eine Reparatur möglich, ein erfahrener Modellbauer bekommt sie so gut hin, dass nachher nichts mehr zu sehen ist.

Nachteile: Auch wenn vieles reparierbar ist, der Aufwand ist sehr hoch. Man muss die Bespannung entfernen, oft auch die Beplankung, um zum Beispiel Rippen oder Spanten zu ersetzen. Bei Kunststoffteilen lassen sich zwar kleinere Risse beheben, ist aber ein GFK-Rumpf gebrochen, so ist er kaum zu retten.

Fazit: Modelle für fortgeschrittene Anfänger, die ihre Fluggeräte schon einigermaßen im Griff haben.

### Styro-GFK-Bauweise

Die nächste Stufe des klassischen Baukastens waren Modelle mit Fertigflächen aus Holzbeplankten, jedoch unbespannten Styroporkernen und einem Fertigrumpf aus Kunststoff. Auch wenn die Einzelteile schon fast fertig aussahen, so wartete auf den Modellbauer eine Menge Arbeit. Diese Bausätze sind heute fast verschwunden – vielleicht kommen sie aber irgendwann wieder. Die Bauweisen werden jedoch weiterhin bei vielen Fertigmodellen verwendet.

**Mit Holz fing alles an. Und auch heute noch sind wohl die meisten Modelle aus Holz gefertigt**





**Vorteile:** Man kann sehr moderne und aerodynamisch saubere Flugzeuge, insbesondere Segler in jeder Größe bauen. Die Flugzeuge sind robust.

**Nachteile:** Größere Schäden sind schwer zu reparieren. Ersatzteile sind dann die bessere Lösung. Das Gewicht: Die Bauweise resultiert in einem etwas höheren Gewicht als bei reiner Holzbauweise. Wenn die Flugzeugauslegung stimmt, so ist das Gewicht aber kein Nachteil.

**Fazit:** Für Segler und Elektrosegler eine preisgünstige und sehr gute Bauweise. Ein Anfänger soll zu diesen Modellen erst greifen, wenn er Starts und Landungen sicher beherrscht.

### Kunststoffbauweise

So werden heute auch manntragende Segler gebaut. In Negativformen werden die Schalen der Bauteile – beide Rumpfhälften, Flügelober- und Unterseite – aus mehreren Lagen harzgetränkter Gewebe laminiert und dann zusammengefügt. Modellrumpfe in GFK sind keine Seltenheit, vollständige Kunststoffbauweise war jedoch lange Zeit sehr aufwändigen Modellen vorbehalten, die auch um ein Vielfaches teurer waren als herkömmliche Konstruktionen. Es waren Modelle für den Wettbewerbseinsatz. Inzwischen sind die einfacheren preiswerter geworden.

**Vorteile:** Sind das Urmodell und die Negativformen gut gebaut, so kann in ihnen ein Modell entstehen, das in Oberflächengüte und Genauigkeit mit keiner anderen Methode erreichbar ist. Ist das Modell auch aerodynamisch gut entworfen, sind die besten Flugeigenschaften zu erwarten.



**Beim Material sind kaum Grenzen gesetzt. Hier kommt GFK zum Einsatz**

Durch die Verwendung von speziellen Gewebearten wie Kohlefaser oder Kevlar entstehen leichte, jedoch extrem feste Bauteile. Alle aus einer Form kommenden Bauteile sind absolut identisch – Ersatzteile passen demnach immer.

**Nachteile:** Der Preis. Der Bau in Negativformen setzt deren sehr langwierige Erstellung voraus. Nur in einer größeren Serie können die Kosten etwas gesenkt werden. Die Oberfläche der Kunststoffmodelle ist sehr hart, jedoch nicht völlig unempfindlich. Eine Delle entsteht leicht beim Transport oder durch einen Stein bei der Landung. Sie ist so gut wie nicht zu reparieren. Man kann sie zwar ausspachteln, aber sie völlig zum Verschwinden zu bringen gelingt nicht. Der Bruch einer Fläche ist nicht zu beheben. Ein neues Teil muss her.

**Fazit:** Modelle für Experten, die Wert auf höchste Leistung legen und die nie eine Landung verpatzen.



### Mehr zum Thema ...

... Segelflug findest Du in der Segelflug-Fibel des DMFV. Das 68-seitige Buch gibt es für 12,- direkt unter [www.dmfv-shop.de](http://www.dmfv-shop.de)



## 4B – Einstieg in die Materie

# Feintuning

## Wie stelle ich mein Modell optimal ein?

Einiges haben wir ja schon kennengelernt, das Sinken, die Gleitzahl, den Widerstand, die Flächenbelastung, die Einstellwinkel. Die Konstruktion der heute üblichen Fertigmodelle steht fest, da kannst Du nicht mehr viel ändern. Dennoch gibt es Möglichkeiten, die Flugleistungen des Modells durch Optimierungsmaßnahmen sehr positiv zu beeinflussen.

Auch wenn nur noch wenig zu bauen ist: Mit Klebstoffen und Lacken sparen, leichte RC-Komponenten einbauen. Leichte Modelle bringen Vorteile, sie fliegen langsamer, sind weniger bruchempfindlich.

### Widerstandsminderung

Verzugsfrei das Modell zusammenbauen. Ein schiefes Flugzeug fliegt schief, sodass man es umtrimmen, mit entsprechenden Rudern ständig gegensteuern muss. Das bremst, kostet Kraft. Für eine möglichst glatte Oberfläche sorgen, keine überstehenden Kanten entstehen lassen, zu große Spalten bei den Rudern vermeiden. Anlenkung so weit wie möglich im Flügel oder im Rumpf „verstecken“. Auf einen sauberen Übergang von Propeller zu Rumpf achten. Spinnergröße so wählen, dass keine Stufen zum Rumpf hin entstehen.

### Einstellarbeiten

Der beste Rennwagen ist eine lahme Schaukel, wenn zum Beispiel der Spurlauf der Vorderräder falsch eingestellt



Ein guter Spinner-Rumpf-Übergang reduziert den Widerstand!

ist. Umso mehr gilt dies, für eine richtige Einstellung von Flugzeugen. Die Nummer eins in der Pflichtliste ist die Lage des Schwerpunkts. Liegt er falsch, fliegt das Flugzeug möglicherweise gar nicht. Der Schwerpunkt wird in der Anleitung zum Modell (hoffentlich) angegeben. Und wenn nicht? Oder wenn Du ein gebrauchtes Modell ohne Anleitung gekauft hast? Aber auch die vom Hersteller empfohlenen Einstellungen kann man optimieren.

### Das Erliegen des Schwerpunkts

Gehen wir erstmal von einem Modell aus, bei dem wir die Schwerpunktlage nicht kennen. Sie ist für jedes Profil anders, aber grob kann man von etwa 30 Prozent (%) der Flügeltiefe ausgehen – vorausgesetzt, der Flügel ist vorn gerade, also die Nase nicht gepfeilt. Ist der Flügel an der Wurzel, also am Rumpf, zum Beispiel 20 cm tief (= breit), so soll der Schwerpunkt bei etwa 6 cm liegen, von der Nase gemessen. Durch Verschieben des Akkus oder auch durch Ballastgewicht in der Rumpfnase stellst Du den Schwerpunkt ein. Alle Änderungen des Schwerpunkts, die sich bei der Flugerprobung herausstellen, nimmst Du immer nur in kleinen Schritten vor.

Methode 1: Mit einem Segler oder Elektrosegler sind erst einige Handstarts zu machen. Das Modell mit Anlauf und gerade freigegeben, es sollte ohne große Ruderkorrekturen einen gestreckten Gleitflug absolvieren. Bei einem Motormodell verzichten wir auf solche motorlosen Handstarts. Auch bei ihnen kontrollieren wir aber die Schwerpunktlage – jene 30 %.

Nun geht es darum, die Schwerpunktlage im Flug und genauer zu ermitteln. Du bringst das Flugzeug auf Höhe, bei einem Motorflugzeug nimmst Du Gas weg oder stellst den Elektromotor ab. Das Flugzeug gleitet. Jetzt ziehst Du ganz langsam am Knüppel des Höhenruders. Das Flugzeug wird immer langsamer. Irgendwann reicht der Auftrieb nicht mehr aus, das Modell nimmt die Nase herunter und nimmt Fahrt wieder auf, oder es kippt über eine Fläche weg und nimmt ebenfalls Fahrt auf. Du stellst den Höhenruderknüppel wieder auf neutral. Wenn sich das Flugzeug danach sofort wieder abfängt, befindet sich der Schwerpunkt auf der sicheren Seite.

Es kann aber auch passieren, dass das Flugzeug ins Trudeln übergeht. Du stellst den Höhenruderknüppel wieder auf neutral: Endet die Trudelbewegung gleich und das Flugzeug fängt sich wieder auf, so ist der Schwerpunkt optimal eingestellt. Für einen Anfänger allerdings ist eine solche Trudelfreudigkeit ein wenig „zu scharf“, er kann mit dem Schwerpunkt etwas nach vorne rücken.



Es kann aber schlimmer kommen: Das Trudeln hört nicht auf. So hast Du zunächst das Problem, den Flieger zu retten. Du gibst voll Seitenruder (nicht Querruder) in entgegengesetzte Richtung. Trudelt das Modell rechts herum, gibst Du Seitenruder Vollausschlag links und umgekehrt. Wird das Trudeln damit beendet, ist der Schwerpunkt etwas zu weit hinten, aber der Flieger beherrschbar (für ein Kunstflugmodell ist es eigentlich genau richtig). Wenn das Trudeln jedoch mit Seitenruder nicht zu beenden ist, hast Du eine heikle Kiste am Steuerknüppel. Zum Seitenruder jetzt noch voll Tiefenruder geben, das kann helfen. Zusätzlich die Querruder voll gegen die Drehrichtung ausschlagen. Und Gas geben. Das sind die Rettungsmaßnahmen, die Du noch hast. Gelingen sie, dann zügig, nicht zu langsam, zur Landung ansetzen und den Schwerpunkt korrigieren.

Eine ausgeprägte, schwer zu beendende Trudelneigung heißt immer, dass der Schwerpunkt zu weit hinten liegt.

Methode 2: Sie gilt für Leistungssegler und Elektrosegler, um sie auf beste Performance zu optimieren. Sie sieht zunächst etwas unlogisch aus. Man muss erst einmal verstehen, was da vor sich geht. Du bringst das Flugzeug auf Höhe und trimmst es auf Geradeausflug mit Normalfahrt aus. Dann sind die Wirkung von EWD und Schwerpunkt im Gleichgewicht. Der schwerpunktbedingten – und für die Flugstabilität notwendigen – Neigung, die Nase nach unten zu nehmen, wirkt das Höhenleitwerk entgegen. Nun kann man des einen zu wenig, dafür des anderen zu viel haben. Das Flugzeug fliegt dann immer noch geradeaus, aber seine Leistungen sind nicht optimal. Stehen also diese beiden Werte, die Schwerpunktlage und die EWD, auch richtig zueinander? Das wollen wir gleich sehen.

Wir fliegen mit Normalfahrt, sauberes Gleiten austrimmen, beim Elektrosegler ist der Motor abgestellt. Nun etwas Tiefe geben und halten, sodass das Flugzeug in einem Winkel von etwa 30° einige Strecke geradeaus herunterfliegt. Dann den Knüppel schlagartig auf Mittelstellung zurückkommen lassen.

Das Flugzeug wird dabei so reagieren:

- Es schießt sofort hoch.
  - Es fliegt einen großen weichen Abfangbogen nach oben.
  - Es fliegt weiter nach unten oder die Bahn wird sogar immer steiler.
- Die EWD ist zu groß. Sie muss verringert und der Schwerpunkt zurückverlegt werden.
  - Alles im grünen Bereich.
  - Die EWD ist zu klein, muss größer werden, der Schwerpunkt ist nach vorn zu verlegen.

Die Erklärung: Die Flugbahn ist das Zusammenspiel der Einstellwinkel

und der Schwerpunktlage. Wird das Flugzeug schnell, gewinnt die aerodynamische Wirkung der EWD, somit auch des Höhenleitwerks, deutlich überhand. Wenn wir sie aber korrigieren, dann muss gleichzeitig an der „anderen Schraube“, dem Schwerpunkt, die Änderung kompensiert werden. Wenn Du die EWD veränderst, passt der Schwerpunkt nicht mehr – der war ja für die ursprüngliche EWD austariert. War sie zu hoch, musste sie mit einem zu weit vorn liegenden Schwerpunkt gemäßig werden. Umgekehrt ist es der Fall, wenn die EWD zu gering war und der Schwerpunkt daher zu weit hinten lag. Die notwendige Vergrößerung der EWD muss nun mit der Vorverlegung des Schwerpunkts kompensiert werden, sonst würde das Flugzeug schwanzlastig werden.

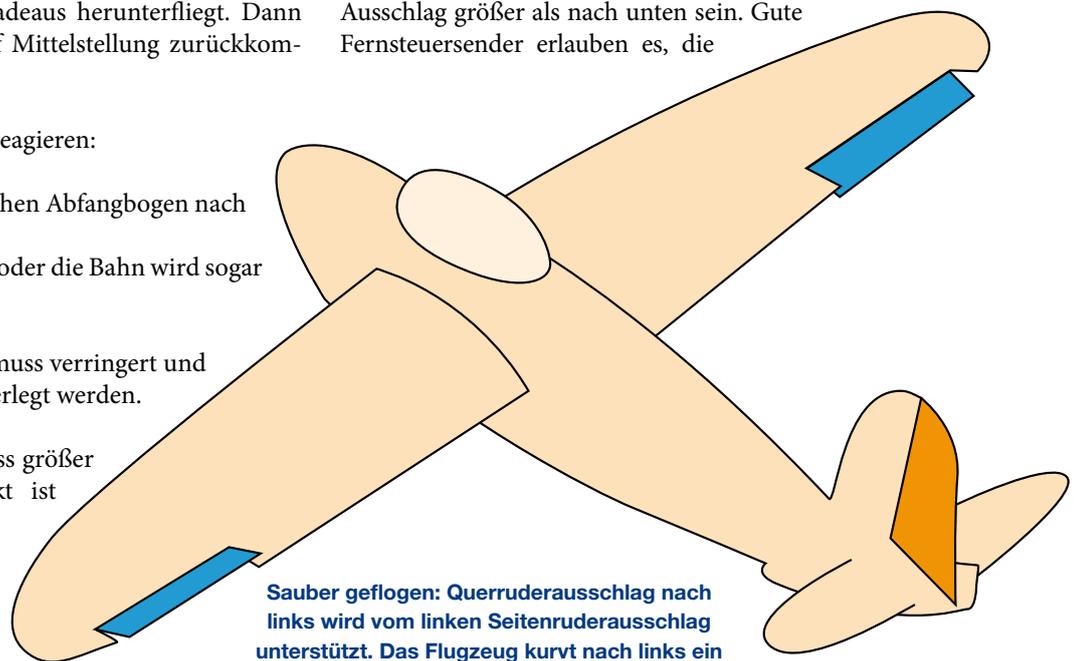
Die Umsetzung der Erkenntnisse wird Dir möglicherweise einiges Kopfzerbrechen bereiten, auch bei den notwendigen Umbauten. Man muss entweder den Sitz des Flügels oder des Höhenleitwerks ändern. Nun wollen wir etwas großzügig sein. Diese Methode wird hauptsächlich bei Hochleistungsseglern angewandt, um sie zu optimieren. Bei anderen Modellen ist Methode 1 ausreichend.

### Die Rudereinstellungen

In einer guten Bauanleitung sind auch die optimalen Ruderausschläge vorgegeben. Und wenn wir diese nicht haben? Dann müssen wir uns vortasten. Für das Leitwerk sind 20 bis 25° in Ordnung, das Seitenruder kann auch 30° zu beiden Seiten bekommen. Sehr nützlich ist die Expo-Funktion im Sender. Damit reagieren die Ruder um die Mittelstellung feiner und erst zur Endstellung hin stärker. Der Rest ist Gefühlsache. Man muss die Einstellung finden, bei der sich das Modell angenehm fliegt.

### Querruderdifferenzierung

Die Querruder sind da anders, sie brauchen, vor allem beim Segler, eine Differenzierung. Nach oben muss der Ausschlag größer als nach unten sein. Gute Fernsteuersender erlauben es, die





Differenzierung für beide Ruder gleichzeitig einzustellen. Dabei geht es darum, dass der Ruderausschlag nach oben größer ist als nach unten. Dafür gibt's zwei Gründe: Oben gestellte Querruder wirken weniger als beim Ausschlag nach unten. Und die Querruder braucht man für den Kurvenflug, für den das Flugzeug nicht nur eine Fläche senken und die andere heben, aber auch um die Kurve herumkommen muss, sich also auch um die Hochachse dreht. Das höher gestellte Querruder an der gesenkten Fläche bremst dann mehr als das nach unten ausgeschlagene Querruder auf der gegenüberliegenden Fläche. Es unterstützt die Seitenruderwirkung, ohne die keine saubere Kurve zu fliegen ist.

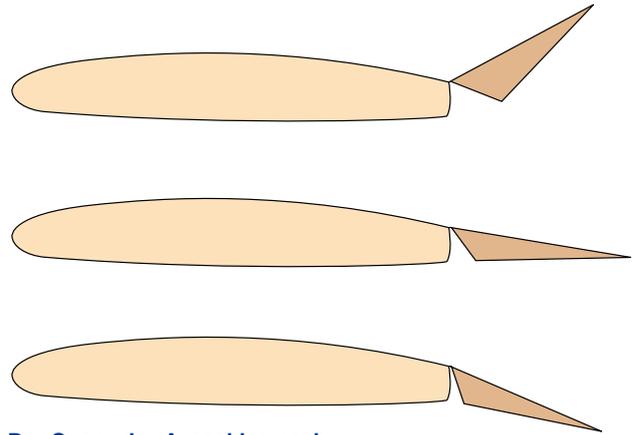
### Mischer

Fangen wir mit dem Kurvenflug an: Eine saubere Kurve lässt sich nur mit richtig dosiertem Einsatz von Quer- und Seitenruder fliegen. Das ist nicht so einfach, und selbst die Sportflieger in ihren Cessnas vergessen gern, wozu sie die Pedale haben. Sie haben ja einen Motor. Anders die Segelflieger, die mit Höhe haushalten müssen. Sie fliegen nach dem Faden an der Haube. Steht er gerade, ist die Kurve optimal geflogen.

Bei einem Modell ist es schwieriger, vor allem in größerer Höhe sieht man nicht, ob das Flugzeug „schiebt“ oder „rutscht“. So mischt man gern beide Funktionen, dem Querruder wird Seitenruderausschlag dazugemixt. Gibt man einen Querruderausschlag, so kommt das Seitenruder mit, schon passt es. Dennoch sollte man es auch lernen, beide Funktionen getrennt und simultan zu bedienen. Vor allem im F-Schlepp ist das von großem Nutzen.

Der Motorflug ist der nächste Kandidat für unsere Mischer: Passt der Motorsturz nicht ganz oder ist er gar nicht vorhanden, kann man dem Gasknüppel einen gewissen Tiefenruderausschlag beimischen. So muss man beim Gasgeben nicht immer das Höhenruder nachdrücken.

Die Landung: Die Landehilfen, ob Störklappen oder hochgestellte Querruder beim Elektrosegler oder Butterfly beim



**Der Querruder-Ausschlag nach oben ist größer als nach unten**

Vier-Klappen-Segler, verändern immer den Gleitflug, in den meisten Fällen nimmt das Modell die Nase hoch und wenn man nicht schnell mit Nachdrücken reagiert, verliert er Fahrt. Hektik ist dann angesagt, Nachdrücken, Klappen rein, ziehen, Klappen raus, Berg-und-Tal-Flug sind die Folge. Richtig beigemischter Tiefenruderausschlag bringt Ruhe in die stressige Landung, das Flugzeug bleibt auf seiner Bahn und behält Fahrt, nur sinkt es stärker.

Die modernen Computerfernsteuerungen bieten fast unendlich viele Einstellmöglichkeiten, die, bis auf die Hubschrauberpiloten, nur wenige wirklich umfangreich nutzen. Es ist ähnlich wie bei Handys oder TV-Bedienungen. Man hat ein dickes Buch mit all den „Features“ und weiß nicht einmal, wozu das alles gut sein soll.

Doch bei unseren Modellflugzeugen ist es anders. Es lohnt sich, das Handbuch zu studieren und die Möglichkeiten durchzuspielen. Die Mischer, die Flugphasenprogrammierung, die Stoppuhren machen das Fliegen einfacher, sicherer und helfen, mehr Leistung aus dem Flugzeug herauszuholen. Vor allem aber: Das Flugzeug fliegt dann sauber und wir können uns auf das Wesentliche konzentrieren – es so zu steuern, wie wir wollen, dass es fliegt.



## 5B – Einstieg in die Materie

# Falsche Schlüsse aus guten Beobachtungen

## Wenn Eindrücke täuschen

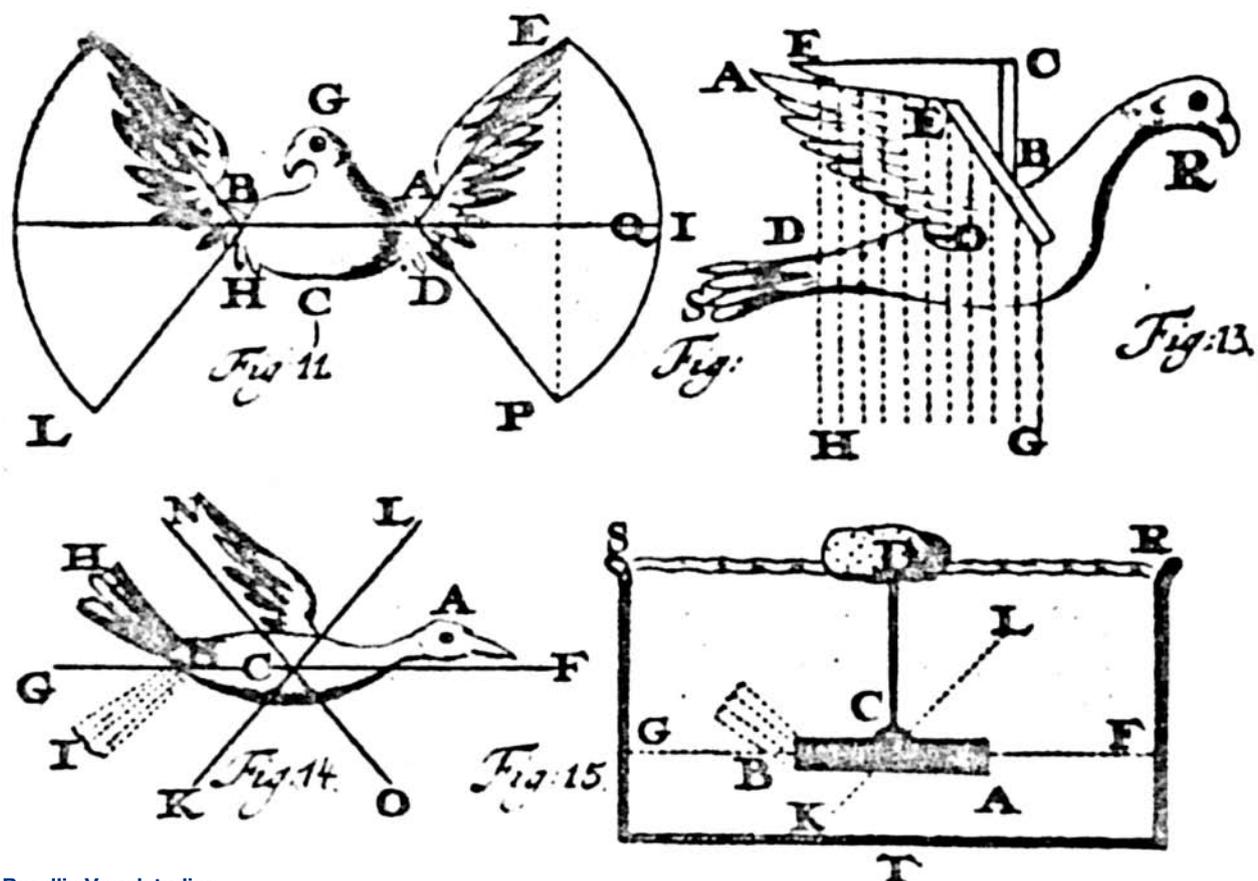
Über das Fliegen haben viele nachgedacht, manche richtig, manche falsch. Der Franziskaner Roger Bacon (1214-1292) träumte von Flugmaschinen, da Vinci skizzierte Flugapparate, ein renommierter Wissenschaftler, Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), der sich mit Physik, aber auch Mathematik, Astronomie und Mechanik befasste, entwickelte Vorstellungen vom Vogelflug, die aus heutiger Sicht ziemlich abwegig waren, obwohl er gerade über den Bau des Vogelkörpers viel Neues herausfand.

Was aber in Borellis Weltbild nicht hineinpasste, war die Vorstellung von der Luft als einem Medium, das einen Körper tragen könnte. Es war damals schwer vorstellbar. Natürlich kannte Borelli Windmühlen und Segelschiffe, bei denen die Luft allein erhebliche Kräfte entwickeln konnte. Doch Fliegen in der Luft? Borelli hatte nur eine Erklärung: Vogelflug als eine Folge von Luftsprüngen: Erst der Flügelschlag, der den Vogel nach oben und vorwärts „wirft“, dem ein „Fortfliegen“ nach dem Trägheitsprinzip bis zum nächsten Flügelschlag folgt. Ähnlich einem übers Wasser springenden Stein.

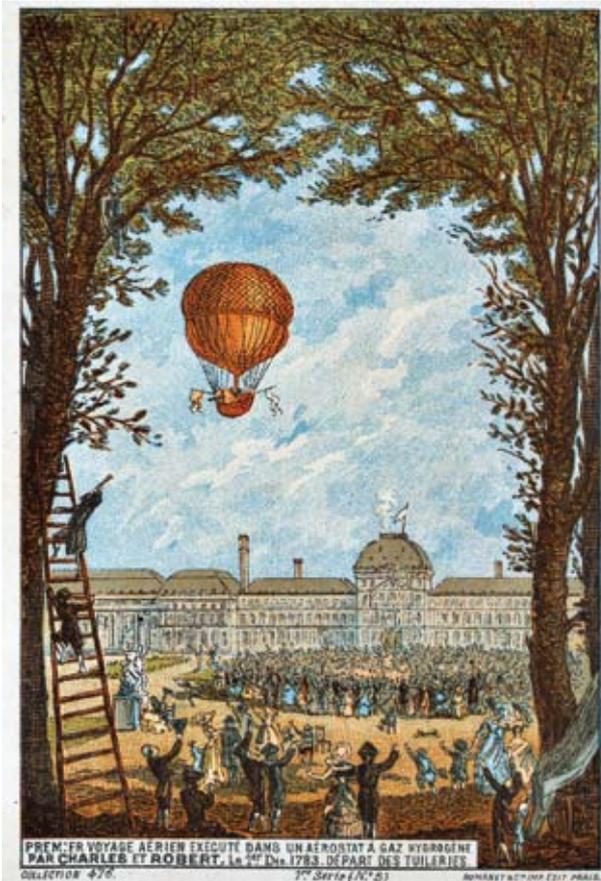
Und die minutenlang ohne Flügelschlag gleitenden Störche und Greifvögel? Ohne die damals unbekannte Auftriebskraft hatte Borelli ein Problem damit. Seine Erklärung hieß auch hier Schwung, gespeicherte Energie, die den Vogel in eine „parabolische Kurve“ hinaufträgt. Bei einem Adler, der eine halbe Stunde ohne Flügelschlag steigt, musste Borelli schon seine Zweifel bekommen haben. Eine Erklärung fand er aber nicht. Es gab aber noch abenteuerlichere Theorien, wie zum Beispiel diese: Gravitation nimmt mit der Höhe ab. Der Vogel wird oben leichter und immer leichter ...

### Die „Leichter-als-Luft“ sind zunächst besser – und Luftleer ist am leichtesten ...

Die Idee war einleuchtend und wieder einmal falsch: Eine luftlere Kugel würde den größten Auftrieb erzeugen, meinte ein gewisser Francesco Lana di Terzi (1631-1687). Otto von Guericke (1606-1686) hat mit solchen leerpumpen Kugeln Aufsehen erregt, die, aus zwei Halbkugeln zusammengesetzt, von 18 Pferden nicht auseinander



Borellis Vogelstudien



**Der Gasballon „Charlière“ war besser als die „Montgolfière“, ist aber leider zehn Tage zu spät gekommen ...**

Bild: Wikimedia commons

zu reißen waren. Nur: Fliegen, das wollten die Kugel nicht und mit ihrem aus schwerem Metall gebauten Körper konnte sie es auch nie.

„Ein Schiff, mit Feuer gefüllt.“ Ein Heißluftballon war es, den die Brüder Joseph Michel und Jacques Etienne Montgolfier erfanden. Im Juli 1783 stieg die erste Montgolfière in den Himmel. Zwei Monate später mit drei Passagieren – einem Hahn, einer Ente und einem Hammel. So wie der Hund Laika oder die amerikanischen Affen bei den ersten Weltraumflügen, sollten auch hier Tiere erst einmal testen, ob der Mensch in der bis dahin unbekanntenen Umgebung überleben kann.

Und noch im Herbst desselben Jahres sind die beiden Franzosen Jean-François Pilâtre de Rozier und François d'Arlandes als Passagiere mit einer Montgolfière hinaufgestiegen. Weil die beiden Erfinder des Ballons annahmen, heißer Rauch sei das tragende Medium und nicht heiße Luft allein, waren ihre Aufstiege eine ziemlich stinkende Angelegenheit: Feuer aus Stroh, Schafswolle und angeblich auch Tierkadavern produzierte den richtigen Qualm.

Man sieht, die beiden Brüder waren keine echten Wissenschaftler. Der Physiker Jacques Alexandre César Charles konnte sich mit Gasen aus und ging anders an die Sache heran: Seine Charlière war mit Wasserstoff gefüllt. Sie

flog höher und länger als die Montgolfière, auch wenn ihr erster Flug im Desaster endete: Die Dorfbewohner vermuteten in dem niedergegangenen schrecklichen Gebilde ein Ungeheuer aus der Unterwelt und machten das einzig Richtige, was man mit Ungeheuern macht: sie töteten es mit Heugabeln. Zum Glück war kein Pilot dabei.

Bald baute Charles den nächsten, schon großen Gasballon, mit dem auch die ersten Passagiere befördert wurden. Sie fuhren länger, leider aber zehn Tage später als der erste bemannte Montgolfière-Flug, der damit in die Geschichte einging. Der Zweitbeste ist der erste Verlierer.

### Heiße Luft oder kaltes Gas: Vielleicht beides?

Damit gab es zwei Luftfahrzeugtypen, den Heißluft- und den Gasballon. Und es sollte uns wundern, wenn keiner auf die Idee gekommen wäre, beides zu kombinieren. Er hieß Jean-François Pilâtre de Rozier – ja, der war es, der schon als erster Mensch mit der Montgolfière aufgestiegen war. Ein Ballon, in dem Wasserstoffgas heiß gemacht wird, das war seine Entwicklung, die, so war es üblich, auch nach ihm benannt wurde: Rozière.

De Rozier, ein Physiker, wusste um die Gefährlichkeit des Erhitzens von Wasserstoff und traf entsprechende Vorkehrungen. Doch über elektrostatische Entladungen – die anderthalb Jahrhunderte später, 1937, auch dem Zeppelin LZ 129 zum Verhängnis wurden – wusste er zu wenig. Bei der ersten Fahrt der Rozière im Jahr 1785 entzündete sich das Gas durch solche elektrostatische Entladungen. De Rozier und sein Mitfahrer Pierre sind damit in die Geschichte der Luftfahrt eingegangen – als ihre ersten Todesopfer.

### Die Steuerung der Ballone

Sinken und Steigen. Das ist nicht viel, und es sind auch die einzigen zwei Richtungen, in die ein Ballon gesteuert werden kann. Weil aber die Winde mit der Höhe ihre Geschwindigkeit, oft aber auch ihre Richtung ändern,



**Der Tod der Rozière-Fahrer**

Bild: Wikimedia commons



haben die Ballonfahrer damit eine Möglichkeit, durch Höhenwechsel auch ihre Flugbahn zu ändern. Dabei kann der Luftballon mit einem Höhenwind beträchtliche Geschwindigkeiten erreichen. Die Ballonfahrer selbst merken nichts davon, für sie ist es windstill.

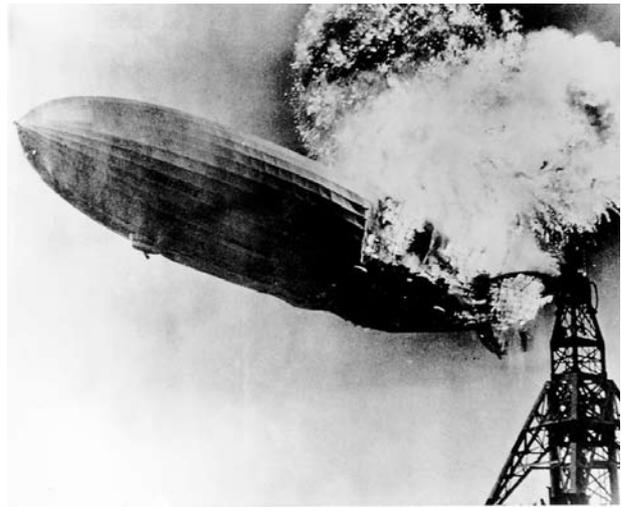
### Die Leichter-als-Luft-Ära geht zunächst noch weiter

Die Ballone und vor allem die Luftschiffe wurden in der Luftfahrt noch eingesetzt, als Flugzeuge ihnen technisch längst überlegen waren. Eines der berühmtesten und auch sichersten Flugzeuge der frühen Passagierluftfahrt, die DC-3, ist bereits 1935 entstanden. Sie konnte rund 30 Passagiere schnell transportieren und war für damalige Verhältnisse weitgehend wetterunabhängig. Nur Sturm und Nebel waren ein Problem. Aber den Atlantik zu überqueren, das konnte die DC-3 noch nicht. Das konnten nur Schiffe – und Luftschiffe. So die Zeppeline, die zur selben Zeit noch von Europa nach Amerika



**Die Wetterabhängigkeit war und bleibt das Hauptproblem der Luftschiffe. Die Hindenburg-Katastrophe bereitete dann endgültig diesen imposanten Leichter-als-Luft-Geräten ihr Ende. Heute sieht man nur noch vereinzelte Luftschiffe, meist als Werbeträger, und es gibt das Hobby des Ballonfahrens**

Bild: Wikimedia commons



**LZ 129 „Hindenburg“, die noch einmal eine große Zeit der Transatlantik-Luftfahrt einleiten sollte. Das Ende kam schnell, beim spektakulären Unglück in Lakehurst am 6. Mai 1937. Trotz aller Verschwörungstheorien gilt eine elektrostatische Ladung, die das Wasserstoffgas entzündete, als die wahrscheinlichste Ursache**

Bild: Wikimedia commons

verkehrten. Mit einem riesigen Aufwand (zugegeben, auch Komfort, einschließlich Betten) wurden an die 100 Passagiere befördert.



**Mit der DC-3 hat die Ära der Verkehrsfliegerei ihren Aufschwung genommen. Das Flugzeug gilt bis heute als eines der zuverlässigsten**

## 6B – Einstieg in die Materie

# Pioniere der Lüfte

## Sie hatten ihre Schwierigkeiten

Gleichzeitig mit der Entwicklung der ersten Ballone war auch die „Schwerer als Luft“-Fraktion weiterhin tätig. Sie musste zwar nicht ganz so mit jedem Gramm geizen, doch scheiterte auch sie am Gewicht, an den zu schweren Dampfmaschinen, die vorerst als einzige Antriebsalternative zur Verfügung standen.

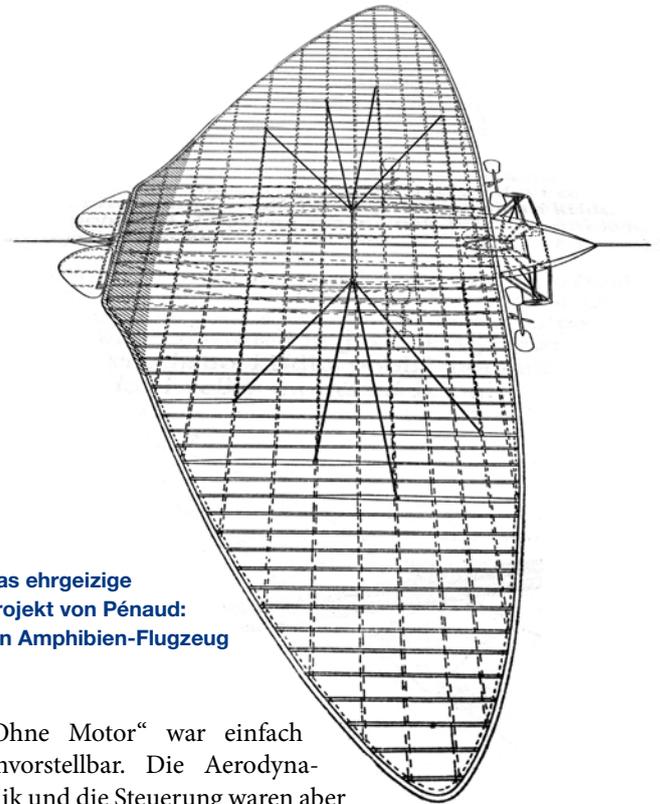
Beim Antrieb eines Fluggeräts ist sein Leistungsgewicht wichtig, das Verhältnis seiner Masse zu seiner Motorleistung. Und da war die Dampfmaschine genau der falsche Weg. Bei einem Ozeanschiff oder einer Lokomotive war sie gut, weil da eine Tonne mehr oder weniger keine Rolle spielt. Stark und leicht, so muss aber ein Flugzeugantrieb sein. „Dampfflugzeuge“ hatten keine Chance.

### Power und richtig fliegen: Die Motorflugfans

Wie sollte es nun weitergehen? Die meisten Erfinder gingen an der Idee des Kraftflugs, des Fliegens mit Antrieb.



Der Franzose Clément Ader konstruierte den Éole, der ziemlich sicher nicht geflogen ist. Die Modellflieger schaffen (fast) alles, und so hat Josef Wimmer seinem Éole-Nachbau auch das Fliegen beigebracht



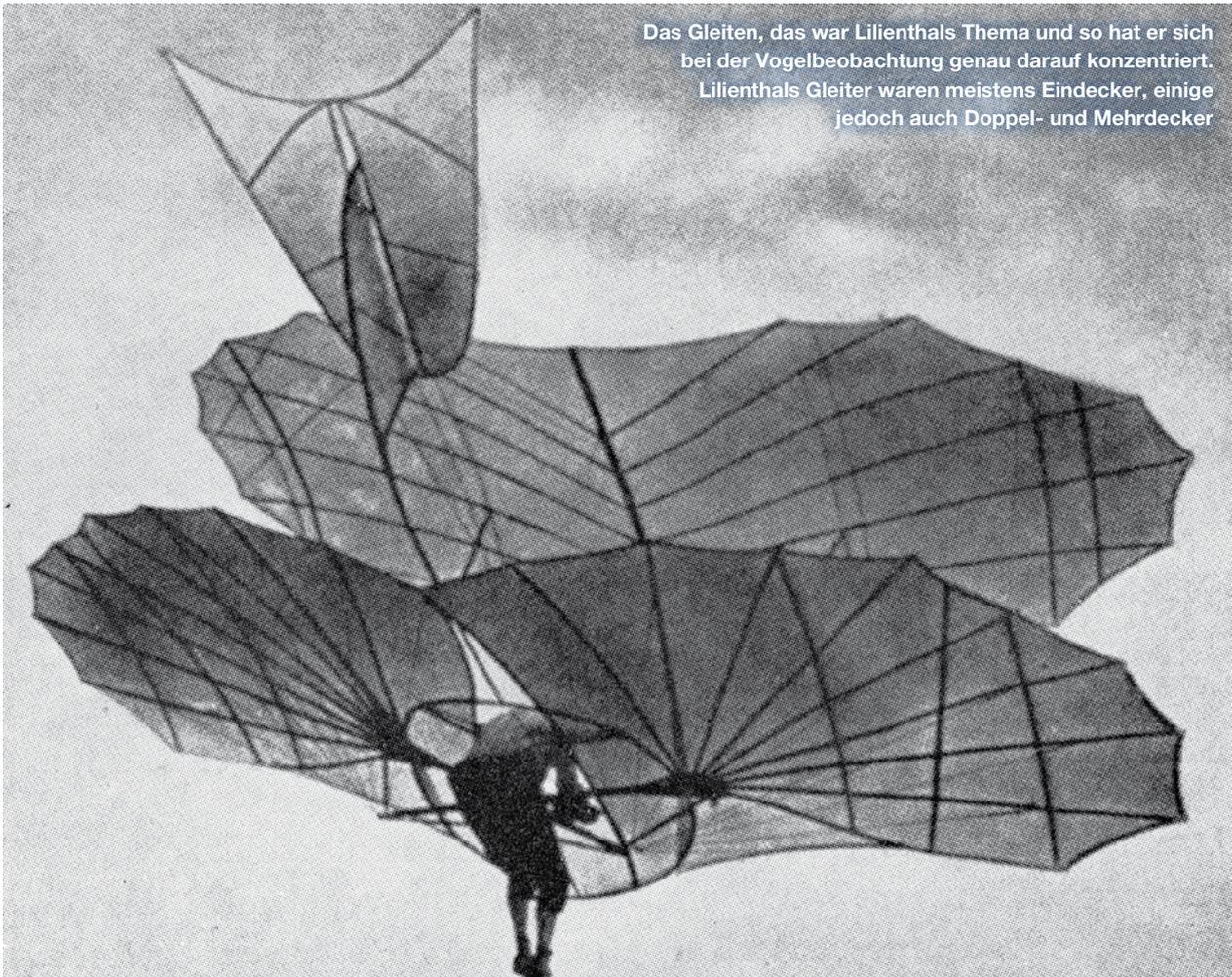
Das ehrgeizige  
Projekt von Pénaud:  
Ein Amphibien-Flugzeug

„Ohne Motor“ war einfach unvorstellbar. Die Aerodynamik und die Steuerung waren aber noch längst nicht richtig geklärt, und jetzt noch der Antrieb. Die vom Tschechen Josef Ludvík František Ressel (1793 - 1857) entwickelte Schiffsschraube war schon eine gute Idee auch für einen Flugzeugpropeller, nur der Motor, der fehlte. Manche der in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entworfenen oder auch gebauten Flugapparate hätten sogar fliegen können, wenn sie einen leichten, starken Motor bekommen könnten. Vor allem in England und Frankreich war man eifrig dabei, mit Motorkraft in die Luft zu kommen.

### Die flugbegeisterten Franzosen

Das wohl schönste Flugzeug baute der Franzose Clément Ader (1841-1925), es wird behauptet, er sei geflogen, so recht glauben können wir es nicht. Sein besonders für die Geschichte des Modellflugs ganz bedeutender Landsmann hieß Alphonse Pénaud (1850-1880). Er hatte unzählige, seiner Zeit weit vorausseilende Ideen, und doch war er vom Unglück verfolgt und vielleicht auch etwas ungeschickt, was Geschäftssinn oder, modern gesagt, „Promotion“ betrifft – er fand kaum Sponsoren, die ihm geholfen hätten, seine Pläne zu verwirklichen.

Seine Forschungen gingen in viele Richtungen, das interessanteste Projekt war der patentierte Entwurf eines Amphibienflugzeugs mit Einziehfahrwerk, das vom Land und vom Wasser starten konnte. Auch Flugzeuginstru-



Das Gleiten, das war Lilienthals Thema und so hat er sich bei der Vogelbeobachtung genau darauf konzentriert. Lilienthals Gleiter waren meistens Eindecker, einige jedoch auch Doppel- und Mehrdecker

mente hat er bereits entworfen. Es blieb nur bei Plänen und Entwürfen. Er verlor alle Hoffnung und beging erst 30jährig Selbstmord.

Doch in die Luftfahrtgeschichte ist er mit einem kleinen Modellflugzeug eingegangen, das er selbst vielleicht mehr nur für ein Spielzeug hielt. Gebaut hat er es, um die Fragen der Flugaerodynamik und Flugmechanik zu studieren. Es hieß Planophore, hatte 45 cm Spannweite, 16 g Gewicht und ist über eine Entfernung von etwa 60 m geflogen. Für den Antrieb nahm er das Richtige: einen Propeller, der von einem verdrillten Gummistrang bewegt wurde. Der Gummistrang ist später für Jahrzehnte der wichtigste Antrieb für Modellflugzeuge geblieben.

### Die Engländer sind auch dabei

Vergleichsweise gute Informationen haben wir über drei flugbegeisterte Briten des ausgehenden 19. Jahrhunderts. Der älteste war Sir George Cayley (1773-1857), der im Zuge seiner umfangreichen Forschungen und Experimente auch große Modelle zum Fliegen gebracht haben soll. Seine für seine Zeit sehr modernen und innovativen Erkenntnisse sind 1809 in der dreiteiligen Abhandlung „On Aerial Navigation“ erschienen. Dort geht es um Fragen der Stabilität, des Schwerpunkts, der V-Stellung der Tragflächen, die Möglichkeit und Unmöglichkeit des Schwingflugappa-

rats. Cayleys jüngerer Zeitgenosse William Samuel Henson (1812-1888) wollte ganz groß und vor allem schwer hinauf – mit einem „Dampfflugwagen“ (Aerial Steam Carriage), von 45 m Spannweite und 1.600 kg Gewicht.

Der Apparat wurde natürlich nie realisiert, aber ein Flugmodell soll er gebaut haben – allerdings auch nicht flugfähig. (Rund 150 Jahre später ist aber ein Modell entstanden – mit Verbrennungsmotor, RC-Anlage – von einem hervorragenden Modellbauer gebaut und geflogen.) Auch Hensons Problem war der Antrieb, ein Motor mit ausreichend Kraft. Das war aus einer Dampfmaschine kaum zu holen, selbst mit Expertenwissen nicht, das John Stringfellow (1799-1883) in die neu gegründete Aerial Transit Company mitbrachte.

Er baute sogar ein Flugmodell mit 3 m Spannweite, das aber im Gegensatz zum Modell der „Aerial“ von Henson leichter und aerodynamisch besser gelöst worden war, sodass es tatsächlich mit einer extrem starken, leichten Dampfmaschine in einer Fabrikhalle auch vor Zeugen geflogen ist.

### Die Segelflieger waren schneller am Ziel

Es war es ein Gleitflieger, heute würden wir sagen: Segelflieger, der nachweislich als erster Mensch mit



einem Apparat schwerer als Luft geflogen ist. Seinen Namen kennt jeder: Otto Lilienthal (1848-1896); sein Bruder Gustav (1849-1933), der intensiv an Ottos Forschungsarbeiten, nicht jedoch an den praktischen Versuchen beteiligt war, wird heute kaum noch erwähnt. Otto Lilienthal hat wie Berblinger begriffen, worauf es ankommt: nicht den zweiten Schritt vor dem ersten zu machen. Zunächst gleiten, dann sehen wir weiter, war wohl seine Überlegung. Auch er sah den Gleitflug nicht als das Ziel – dieses sollte irgendwann in einem Motorflugzeug verwirklicht werden. Er war ein ausgebildeter Maschinenbauer und besaß viele Patente, unter anderem für einen Dampfmaschinen-Kleinmotor. Eigentlich hätte er doch gleich den Motorflug ins Auge fassen können. Aber er wollte Schrittweise vorgehen, denn nur so ließen sich Fehler lokalisieren und vermeiden. Er schrieb dazu: „Es gibt nichts Verkehrteres als aufgrund theoretischer Arbeiten sogleich eine Flugmaschine fix und fertig bauen zu wollen. Beim Herumraten und planlosen Probieren komme für die Fliegekunst überhaupt nichts heraus. Der Übergang müsse vielmehr planvoll und schrittweise erfolgen.“

Lilienthal ist geflogen, das wissen wir von Berichten und Fotos. Erfolgreich geflogen ist er, nachdem er sich ausführlich und intensiv mit dem Beobachten des Vogelflugs beschäftigt hatte und den Flügel mit seiner Bauweise und Funktion untersuchte und erklärte.

Danach baute er seine Modelle und seine Flugapparate. 1894 ließ er sogar in Berlin-Lichterfelde einen 15 m hohen Hügel aufschütten, von dem er startete. Sein Absturz, an dessen Folgen er kurz darauf starb, war vermutlich

durch eine Verkettung unglücklicher Umstände verursacht. Er war ohne Zweifel der erfahrenste Gleitflieger seiner Zeit – andere gab es ja auch nicht, doch nicht erfahren genug, um den Grenzzustand, als ihn eine Bö erfasste, zu meistern. Er ist in diesem Moment vermutlich auch zu langsam geflogen, was ja auch heute Drachenfliegern zum Verhängnis werden kann, mit modernem Gerät.

Sein Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“, erschienen 1889, galt für lange Jahre als Standardwerk der Aerodynamik und Flugmechanik. Obwohl Lilienthal sein Flugzeug unter dem Namen „Normalsegelapparat“ sogar in Serie baute – einige Käufer sind aktenkundig – ist der Gleitflug bald durch den Motorflug abgelöst worden; mit den neuen Benzinmotoren standen endlich brauchbare Antriebe zur Verfügung. Der Gleitflug spielte keine Rolle mehr, und erst in den 20er-Jahren des nächsten Jahrhunderts erlebte er als Segelflug seine Wiederentdeckung.

### Die Motorflieger übernehmen die Führung

Mit dem 1876 patentierten Verbrennungsmotor von Nikolaus August Otto änderte sich alles. Die aussichtslosen Bemühungen, eine Dampfmaschine als Flugmotor einzusetzen, konnten aufgegeben werden und mit dem Benzinmotor begann die große Ära des Motorflugs. Am 17. Dezember 1903 ist Orville Wright (1871-1948) in dem zusammen mit seinem Bruder Wilbur (1867-1912) gebauten Flyer in den Dünen von Kitty Hawk in North Carolina fast 40 Meter weit geflogen, weitere Flüge folgten. (Auch die Brüder Wright haben mit Gleitapparaten begonnen.)



Nachbau des Flyer der Gebrüder Wright



Nun ging alles rasend schnell. Nur sechs Jahre später sind aus den knapp 40 Metern des ersten Wright-Hüpfers über 40 Kilometer Flugstrecke geworden, die am 25. Juli 1909 Auguste Louis Charles-Joseph Blériot (1872-1936) über dem Ärmelkanal von Calais nach Dover zurücklegte.

Und weitere zehn Jahre später haben John Alcock und Arthur Brown den ersten Non-Stop-Flug über den Atlantik unternommen. Sie flogen – wegen der vorherrschenden Windrichtung – von West nach Ost, gestartet in St. John's, Neufundland und sind nach über 16 Stunden und 3.667 Flugkilometern in Irland gelandet. Besser gesagt, bruchgelandet, weil die Landwiese sumpfig war. Sie blieben unverletzt und wurden die ersten Transatlantikflieger. Dass ihr Flugzeug ein umgebauter zweimotoriger Bomber Vickers Vimy war, verrät auch etwas darüber, welche Kräfte es waren, die die Luftfahrtentwicklung inzwischen vorangetrieben hatten.

Mit einem ganz und gar zivilen einmotorigen Flugzeug ist aber noch Charles Augustus Lindbergh (1902-1974) eine der größten Leistungen gelungen, als er 1927 im Alleinflug in 33,5 Stunden von New York nach Paris geflogen ist und dabei über 5.800 km absolvierte. Der beleuchtete Eiffelturm führte ihn dann zum Ziel, dem Flughafen Le Bourget, wo ihn an die 100.000 Begeisterte erwarteten (und sein Flugzeug beinahe auseinander genommen haben). Lindbergh war Postflieger und daher nicht nur gut in Navigation, sondern auch lange, ermüdende Flüge gewohnt. Bei seinem Atlantik-Flug wurde ihm jedoch einiges mehr abverlangt. Von Halluzinationen bis hin zu mysteriösen „Mitfliegern“ berichtet er später über die langen einsamen Stunden.

### Das Erfolgsmodell: Das Propellerflugzeug

Benzinmotor und Propeller in dem Flyer der Gebrüder Wright haben im Jahr 1903 die neue Ära eingeläutet. Das Prinzip des Flugzeugs mit fester Tragfläche und Antrieb durch einen Verbrennungsmotor und Propeller ist bis heute, trotz aller Verkehrs- und Militärflugzeuge mit Strahlantrieb, das am meisten verbreitete.

### Viele große Erfinder – aber wer war wirklich der Erste?

Wie immer, auch Lilienthal hatten Vorläufer, die theoretische Arbeiten verfassten, in denen sie zu gleichen Ergebnissen kamen – zum Beispiel Louis Pierre-Marie Mouillard (1834-1897), der in seinem 1881 erschienenen, ebenfalls berühmt gewordenen Buch „Das Reich der Lüfte“ (L'empire de l'air) auch einen Gleiter mit fester Tragfläche entwarf. Über die Prioritäten mag man gern streiten, bis hin zu Vermutungen, wer bei wem abgeschrieben hatte. Die Wahrheit ist meist einfacher und erfreulicher: Große Entdeckungen und Erfindungen fallen nicht vom Himmel, sind nicht die Folge einer Eingebung oder Erleuchtung bei einem Einzelnen, sondern greifbar, wenn die Zeit dafür gekommen ist, wenn das allgemeine Wissen einen für sie geeigneten Stand erreicht hat. Dann



**Die Lindberg'sche Maschine, „Spirit of St. Louis“, aus der M-2 von Ryan Airlines entstanden, ist sehr einfach in ihrer Konstruktion – der Pilot hat nicht einmal freie Sicht nach vorn. Für einen Modellnachbau keine Nachteile, im Gegenteil. Die Modell-Spirits fliegen sehr gut**

liegen alle Steinchen des Puzzles vor. Leider, muss man hinzufügen, nur Wenige, die auch schon lange nach ihnen suchten, können sie auch erkennen und aufsammeln. Oft sind es mehrere Suchende, die zur gleichen Zeit am Ziel angekommen sind und anschließend über die Lorbeeren streiten können.

Die Brüder Wright haben Lilienthals Arbeiten fortgesetzt und zunächst ebenfalls mit Gleitflugzeugen experimentiert. Am 17. Dezember 1903 ist Orville Wright mit dem Flyer etwa 10 km weit geflogen – vor Zeugen und mit fotografischen Beweisen. Es gibt jedoch weitere Kandidaten, die schon damals beanspruchten, als erste Menschen mit Motor geflogen zu sein. Ihre kleinen Fanggemeinden forschen und kämpfen bis heute weiter, um eine Anerkennung ihrer (vermeintlichen oder wahren) Pioniertat.

Der bekannteste „Verlierer“ ist Gustav Weißkopf (1874-1927), der später in Amerika lebte und dort als Gustave A. Whitehead bekannt ist. Er soll am 14. August 1901 etwa 1 km weit geflogen sein. Das wäre also zwei Jahre vor den Wrights. Einiges spricht auch dafür, leider hat er aber vergessen, ein Foto von seinem Flug machen zu lassen. Es fehlt der eindeutige Beweis. Sorry, Mr. Whitehead.

Karl Jatho (1873-1933), dessen Flug am 18. August 1903, vier Monate vor den Wrights, erfolgt sein soll. Auch Jatho vergaß am entscheidenden Tag den Fotoapparat zu Hause. Sein Flugzeug, wie wir es aus alten Dokumenten und einem neuen Nachbau kennen, lässt auch eine gewisse Skepsis aufkommen.

Auch die Österreicher darf man nicht übergehen: Ein Wilhelm Kress startete im Oktober 1901 auf dem Wienerwald-Stausee mit seinem Wasserflugzeug. Es ist zwar unumstritten, dass der Start misslang, aber wenn er vielleicht doch knapp abhob und das Wasser verließ? Es heißt ja in der Schilderung: „... hoben sich die Schwimmer des Flugzeugs erst knapp vor dem gegenüberliegenden Ufer



aus dem Wasser ...“ Ja, dann doch geflogen, oder? War es zu wenig, zu kurz, zu niedrig? Und was ist dann genug?

Wir sehen, die Lorbeeren werden selten ganz gerecht verteilt. Letztendlich ist es so wichtig auch nicht. Die Flugzeuge wurden schneller, besser steuerbar, Metall ersetzte das Holz in der Konstruktion, die Eindecker haben den Doppeldecker abgelöst, Strahlantriebe haben die Fluggeschwindigkeit erhöht, die Flugzeuge wurden immer größer, immer sicherer. Am Prinzip des Flugzeugs hat sich jedoch nichts mehr fundamental geändert. Selbst der Space Shuttle ist bei seiner Landung kein Weltraumschiff, sondern ganz einfach ein Gleiter. Lilienthal hätte es gefreut.

### Die Erfinder des Verbrennungsmotors

Erst die Verbrennungsmaschine brachte die Wende für die Fliegerei. Sie wurde von vielen erfunden oder weiterentwickelt – von Jean Joseph Étienne Lenoir, Rudolf Diesel, Gottlieb Daimler, Carl Benz, Nicolaus August Otto und noch anderen. Auch hier ließ der Streit um die Priorität, vor allem aber um Patente, nicht lange auf sich warten.

### Pech und Pannen auch bei den Profis

Zu Anfang der Luftfahrtentwicklung waren die meisten Pioniere in einer Personalunion vereint: Der Erfinder als Konstrukteur, Erbauer und eigener Testpilot. Mit dem Beginn der Serienproduktion von Flugzeugen kamen aber zu große Geldsummen ins Spiel, die Projekte wurden immer gewaltiger. Die Flugzeugfabriken gründeten eigene Konstruktionsbüros und arbeiten seitdem mit wissenschaftlichen Instituten und Hochschulen zusammen. Das hat dennoch nicht unzählige Fehlkonstruktionen, sinnlose Flugzeuge und tragische Abstürze verhindern können. Doch jede Flugzeugkatastrophe, deren Ursache man ermitteln konnte, hat auch dazu geführt, dass sie sich nicht wiederholen kann.

### Die Amateure geben nicht auf: Erfolgreiche und tragische Querköpfe

So komplex, teuer und aufwändig in der Herstellung Flugzeuge auch sind – bis heute gibt es Leute, die ihre Fluggeräte selber bauen und oft auch konstruierten. Es sind gar nicht so wenige dieser Amateurflugzeugbauer, sie sind sehr aktiv und in ihren Vereinigungen engagiert (Oskar-Ursinus-Vereinigung, [www.ouuv.de](http://www.ouuv.de), in den USA die Experimental Aircraft Association, [www.eaa.org](http://www.eaa.org)).

Viele Amateurkonstruktionen sind irgendwann als in Serie gefertigte Bausätze auf den Markt gekommen. Diese „Amateure“ sind alles andere als nur flugbegeisterte Tüftler. Durch die regen Kontakte innerhalb der Community steht jedem Mitglied ein breites, fundiertes Wissen und hohes handwerkliches Können zur Verfügung.

Es gibt und gab aber immer auch die anderen Amateure, die außer Begeisterung oder dem Wunsch nach Ruhm nur eine erschreckende Absenz jeglichen Fachwissens, gepaart mit einer grandiosen Missachtung dessen, was bereits hundertfach erfolglos probiert wurde, als Grundlage ihrer Projekte einsetzten. Ein trauriges Beispiel ist der Pariser Schneider François Reichelt, der in seinem „Fledermauskostüm“ vom Eiffelturm heruntersegeln wollte. Und das im Jahre 1912, drei Jahre nach der Überquerung des Ärmelkanals mit einem Flugzeug. Der Absprung gelang, der Flug nicht und sein Tod wurde sogar in einem der ersten Dokumentarfilme einer fliegerischen Katastrophe festgehalten. Die heute vor allem in Europa geltenden strengen Vorschriften und Prüfverfahren für den Bau und Betrieb der Eigenbau-Fluggeräte sind auch dazu da, um das Leben manches verrückten Schneiders zu erhalten.



**François Reichelt, noch lebend. Obwohl er vorher völlig erfolglose Versuchssprünge aus wenigen Metern sowie mit Puppenabwurf unternommen haben soll, hat es ihn nicht von seinem Vorhaben abbringen können. Während des langen Sturzes vom Eiffelturm hat er Zeit gehabt, seinen Irrtum zu erkennen**

Quelle: Wikipedia commons