

## Danksagung

Das DMFV-Jugendarbeitsteam möchte sich an dieser Stelle bei allen an diesem Text Mitwirkenden herzlich bedanken. An erster Stelle bei dem eigentlichen Verfasser dieser Zeilen. Dieser möchte namentlich nicht genannt werden. Ohne ihn und seine jahrzehntelange Erfahrung im Modellflugsport wäre aber diese Hilfestellung für Einsteiger in dieser Form nicht möglich gewesen. Ferner sind noch Diejenigen zu nennen, die den Text in eine digitale und somit für Euch einsehbare Form gebracht haben.

*Obwohl diese Abhandlung für die Allgemeinheit bzw. für Neueinsteiger in den Modellflugsport gedacht ist, möchten wir an dieser Stelle darauf hinweisen, dass eine kommerzielle Weiterverwendung weder gewünscht noch erlaubt wird. Es handelt sich hierbei um geistiges Eigentum des Verfassers, der diese PDF-Dokumente lediglich dem Jugendarbeitsteam des DMFV freundlicher Weise zur Verfügung gestellt hat.*

## Inhaltsverzeichnis:

<b>Seitenthema</b>	<b>Seite</b>
<a href="#">Klicken Sie auf das Thema, um direkt zur Themenseite zu gelangen,</a> <a href="#">klicken Sie auf das Jugendlogo, um zurück zum Inhaltsverzeichnis zu gelangen</a>	
Danksagung, Hinweise betr. geistiges Eigentum, Inhaltsverzeichnis	1
Vorwort	2
Das Modell	3
Der Gleitflug	4
Auftrieb (Flugstabilität, Einstellwinkel / Schwerpunkt, Anstellwinkel, überzogener Flugzustand)	5 – 7
Der Motorflug	8
Der Segelflug (Hangaufwind, thermischer Aufwind)	9 – 11
Die Ruder (Überziehverhalten, Seitenruder, Querruder)	12 – 15
Landevorgänge	16 – 18
Zum Abschluss	19

## **Vorwort**

Die folgenden Aufzeichnungen sind gezielt an den Modellflugeinsteiger gerichtet, dem hiermit eine in Kurzform gehaltene Erläuterung von Begriffen und Abläufen vermittelt werden soll, mit denen der Modellflieger schon zu Beginn seiner fliegerischen Tätigkeit unvermeidbar konfrontiert wird. Diese einführenden Hinweise dürften aber für den Einstieg in den Modellflugsport vorerst ausreichend sein, ohne das Studium einer umfangreichen und detaillierten Fachliteratur über sich ergehen lassen zu müssen.

Bedingt durch laufend neu entwickelte Materialien und Fertigungstechniken, die sich besonders bei den geschäumten Bauweisen bemerkbar machen und zum großen Teil auch flugfertig angeboten werden, hat der Modellflug einen neuen Impuls erhalten, der auch zum Anstieg vom Modellflug begeisterte Neueinsteiger führte. Vorwiegend dieser Gruppe soll mit der folgenden Kurzfassung eine Unterstützung angeboten werden, um nach dem Erwerb ihres Traummodells den Start für weitere Schritte zu erleichtern aber auch Fehler im Flugbetrieb zu erkennen und somit zu vermeiden helfen.

Der hohe Fertigungsgrad dieser Modelle darf aber nicht dazu verleiten, diese bedenkenlos und ohne die geringsten Vorkenntnisse ihrem Element zu überlassen, was leicht zum Verlust des Modells führen kann. Es ist daher dringend anzuraten, für die ersten Starts die Hilfe eines erfahrenen Modellpiloten in Anspruch zu nehmen und mit diesem auch eine gemeinsame Überprüfung des Modells durchzuführen.

## **Das Modell**

Es ist verständlich, dass Modellfluganfänger dahin tendieren, ein originalgetreues Modell für die ersten Gehversuche zu verwenden. Diese Modelle sind aber hinsichtlich ihrer empfindlichen aerodynamischen Eigenschaften für einen Einsteiger meistens ungeeignet und führen aus Enttäuschung oft zur Aufgabe der Modellfliegerei.

Da für die Übungsflüge genügend zusammenhängende Flugzeit wünschenswert wäre, eignen sich hierfür vorzugsweise Motormodelle. Dabei sollte Wert darauf gelegt werden, dass diese auch einige Reparaturen überstehen können, die mit eigenen Mitteln durchführbar sind.

Ein Schulterdecker mit einer Spannweite ab 140 cm und nicht zu hohem Gewicht dürfte schon in die richtige Richtung weisen, da dieser Modelltyp erfahrungsgemäß die besten Flugeigenschaften für diese Zwecke erwarten lässt. Ob die Steuerung nur über Höhen- und Seitenleitwerk erfolgt oder noch zusätzlich durch Querruder ergänzt wird, hängt ab vom verfügbaren Fluggerät.

Um sich bei der Beschaffung eines neuen Modells nicht nur durch das äußere Erscheinungsbild beeinflussen zu lassen, ist möglichst der Rat des Piloten einzuholen, mit dem auch die ersten Einweisungsflüge erfolgen sollen.

Die Entscheidung, ob ein elektrisch angetriebenes Modell oder ein Modell mit Verbrennungsmotorantrieb für die Übungsflüge der Vorzug einzuräumen ist, sollte den Teilnehmern überlassen bleiben. Wer aber in erster Linie den Segelflug bevorzugt, ist besser damit bedient, ein reines Anfängermodell mit Elektroantrieb für seine ersten Übungen zu verwenden.

## **Der Gleitflug**

Wir setzen nun voraus, das richtige Modell in die Hände bekommen zu haben und betrachten es als selbstverständlich, dass so ein Gerät auch fliegt, obwohl es schwerer ist, als das Medium Luft, in dem es sich bewegen soll.

Von Ballons, die bedingt durch eine leichte Gasfüllung oder Warmluftzufuhr spezifisch leichter als ihre umgebende Luft geworden sind, wissen wir, dass dadurch für sie ein Auftrieb entsteht. Vom Fliegen in irgendeine gewünschte Richtung sind diese Gebilde aber noch weit entfernt, denn sie dümpeln oder besser gesagt, fahren in der Luftmasse dorthin, wohin diese vom Wind getrieben wird.

Was also macht es möglich, diese eingeschränkte Aktionsfähigkeit der Ballons zu überwinden und ein gesteuertes „Fliegen“ zu ermöglichen?

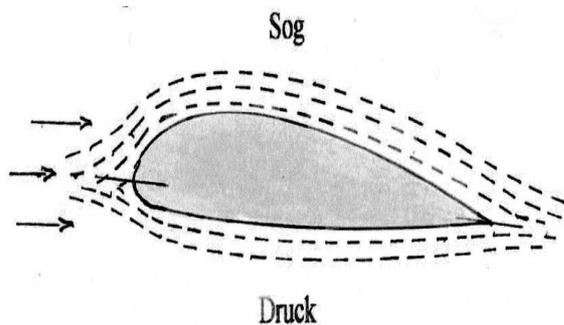
Um dieses Ziel zu erreichen, bedienen wir uns eines Fluggerätes, das schwerer ist als Luft, ausgerüstet mit Steuerorganen und einer von vorn angeströmten, auftriebserzeugenden Tragfläche.

Diese von vorn einwirkende Anströmung, die für das Flugzeug auch Vortrieb bedeutet, ist aber nur durch eine Energiezugabe, wie z.B. Motorzug, zu erreichen, bei einem Segler aber nur durch seine potenzielle Energie, die durch Umsetzung der Ausgangshöhe und des Gewichts einen steuerbaren Gleitflug ermöglicht, der die erforderliche Anströmung erzeugt. Unterschiede in der Auswirkung der Tragflächen und Ruderanströmung zwischen motorangetriebenen Flugzeugen und Segelflugzeugen sind in diesem Zusammenhang unwesentlich und finden auch keine Berücksichtigung.

## Auftrieb

Die Gestaltung der Flächenprofilform unterliegt allgemein dem Verwendungszweck des Flugzeuges, was am Anströmungs- und Auftriebsverhalten im Prinzip nichts ändert.

Für die folgenden Erklärungen legen wir ein Profil zugrunde, das mit geringen Abwandlungen bei allen Standardmodellen Anwendung findet:

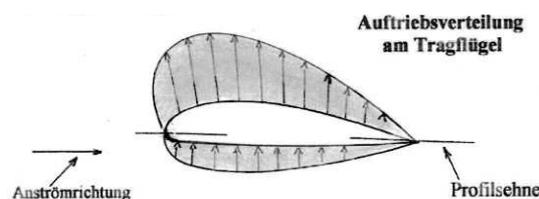


Das Prinzip des Auftriebs beruht auf dem Druckunterschied zwischen der Flächenoberseite und der Flächenunterseite. Bedingt durch den längeren Weg, den die Luftteilchen an der Profiloberseite zurücklegen müssen, entsteht dort ein Unterdruck und somit eine Sogwirkung. Dagegen entsteht durch die Anströmung der Flächenunterseite hier ein Druck, was insgesamt zu einem Gesamtauftrieb führt.

Die Sogwirkung durch die Anströmung der gewölbten Flächenoberseite können wir so demonstrieren, indem wir zwischen zwei beweglich aufgehängte gewölbte Postkarten o.ä. blasen, wie es die Skizze zeigt:



Ergänzend zur bereits erläuterten Strömungstheorie zeigt das folgende Bild die Auftriebsverteilung an einem Flügelprofil, dargestellt durch die Länge der Pfeile, woraus hervorgeht, dass die obere gewölbte Sogseite den größten Anteil des Auftriebs gegenüber der unteren Druckseite am Flügel erzeugt.

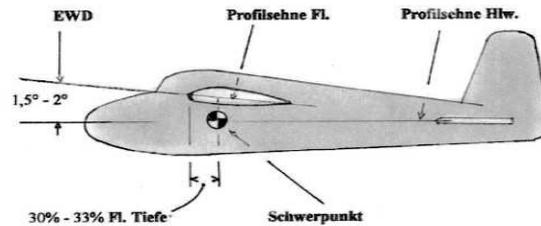


Dieser gesamte Strömungsverlauf wird aber dann zerstört, wenn das Modell durch Überziehen soweit verlangsamt wird, bis die Strömung an der Profiloberseite nicht mehr anliegt, so dass die gesamte Flugstabilität zusammenbricht.

Der in diesem Zusammenhang eingebrachte Begriff „Flugstabilität“ wird sicherlich nachfolgend noch häufiger ins Spiel gebracht werden und erfordert daher einen kleinen Hinweis. Unter diesem Begriff verstehen wir **nicht** die statische Festigkeit des Flugzeuges, sondern seine Flugeigenschaften. Diese sind dann als gut zu bezeichnen, wenn das Modell problemlos steuerbar ist und bei Neutralstellung der Ruder einen sauberen Geradeausflug vollzieht, was besonders für Motormodelle bei Änderung der Motordrehzahl von Wichtigkeit sein dürfte.

Außerdem muss das Modell sich aus jeder kritischen Fluglage ohne Schwierigkeiten wieder in einen normalen Flugzustand zurückführen lassen.

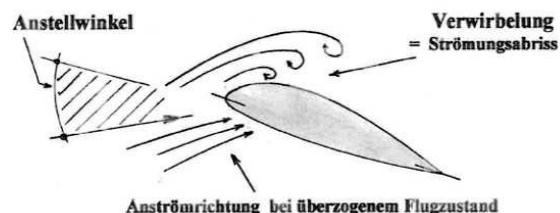
Die folgende Skizze zeigt Einstellrichtwerte, die für die Flugstabilität Voraussetzung sind. Auch wenn diese Werte schon bei der Konstruktion des Modells Berücksichtigung finden und vorwiegend nach der Form des Flächenprofils festgelegt werden, ist das Wissen um diese Begriffe für spätere Erkenntnisse nicht unbedeutend.



Angezeigt werden hier die Richtwerte der Schwerpunktlage und der Einstellwinkeldifferenz (EWD) zwischen der Profilsehne des Tragflügels und der Profilsehne des Höhenleitwerks; dadurch wird die Horizontallage des Flugzeugs stabilisiert und liegt für ein Normalprofil mit  $\sim 1,5^\circ$  auf der sicheren Seite. Ausgenommen der obere Flügel eines Doppeldeckers, der mit  $1^\circ$  weniger EWD gegenüber der unteren Fläche festgelegt wird, wodurch erreicht wird, dass bei einem Strömungsabriss am unteren Flügel der obere Flügel weiterhin durch anliegende Strömung tragfähig bleibt. Vermessungen der Einstelldifferenz können nach Bedarf mit einer „EWD“-Waage ausgeführt werden, wobei nicht jedes fertige Flugmodell baulich auch dazu geeignet ist, erforderliche Feineinstellungen nach zu korrigieren. Die Schwerpunktangaben sind unbedingt einzuhalten. Aber dieses Thema wird uns hier noch häufiger begegnen.

Es lässt sich nicht vermeiden, dem zuvor erläuterten Begriff „Einstellwinkel“, der eine konstruktiv bedingte und im Flug unveränderbare Größe darstellt, noch einen leicht verwechselbaren Begriff hinzuzufügen, und zwar den

„Anstellwinkel“ (Anströmwinkel). Dieser aber ist durch Eingreifen des Piloten beeinflussbar. Er bezeichnet – vereinfacht dargestellt – den Winkel zwischen der von vorne auf den Flügel gerichteten also für den Auftrieb erforderlichen Anströmrichtung und



einer durch Überziehen des Modells hervorgerufenen Anströmrichtung. Das Überziehen des Modells bedeutet durch das Ziehen des Steuerknüppels aber auch durch einen zu weit nach hinten verlegten Schwerpunkt eine zunehmende Fahrtabnahme und somit ein Durchsacken des Modells.

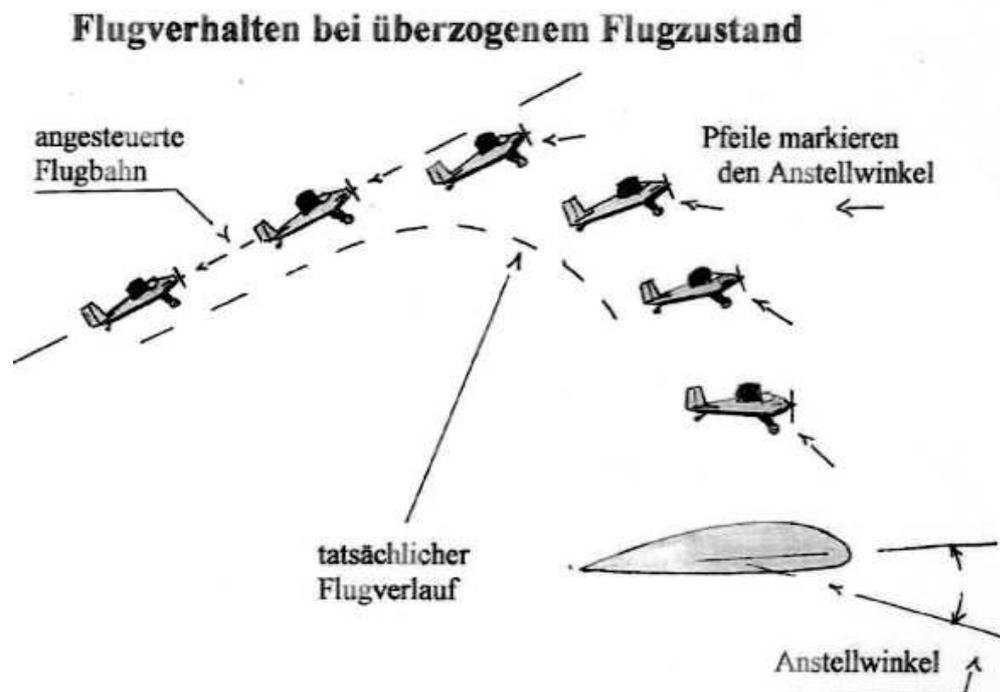
Die Folge ist, dass die Anströmung des Flügels vermehrt gegen die Unterseite des Flügels verlagert wird. Dies ruft eine Verwirbelung an der Flügeloberseite hervor und lässt den Auftrieb somit zusammenbrechen, was einen Strömungsabriss zur Konsequenz hat. Dieses schädliche Strömungsverhalten erfahren wir bei sämtlichen Tragflächenflugzeugen, wenn die er-

forderliche Mindestfluggeschwindigkeit, die ein beherrschbares Fliegen erst ermöglicht, unterschritten wird.

Dieser „Steigflug“ bewirkt, dass die Fahrt abnimmt, der Anstellwinkel nebst Widerstand sich vergrößert und die Strömung abreißt.

Ein Modell mit Motorantrieb dagegen ermöglicht es, je nach Antriebskraft, einen Horizontalflug oder auch Steigflug, ohne Fahrtverlust auszuführen, so dass die erforderliche Anströmgeschwindigkeit erhalten bleibt. Wird aber das Modell in einen zu großen Steigwinkel gesteuert bei dem die Fahrt sich verabschiedet, kann von einer ausreichenden Profilanströmung nicht mehr die Rede sein. Das Flugzeug zeigt dabei seine Nase noch eine Weile in die nach oben aufgezwungene Wunschrichtung, sackt aber dabei schon durch, so dass die Anströmung schon fast von unten auf den Flügel trifft und somit einen großen Anstellwinkel darstellt. Die Folge ist ein Höhenverlust und nicht der erhoffte Super-Steigflug.

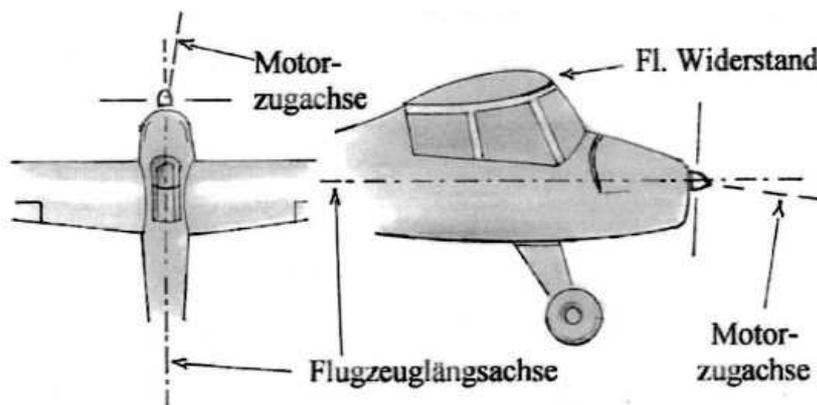
Also hierbei nicht übertreiben, sondern das Flugzeug frühzeitig in eine horizontale Fluglage steuern.



## Der Motorflug

Ein durch Motorkraft erzeugter Propellervortrieb erlaubt es, dem Flugzeug nicht nur ausreichend Auftrieb für den Eigenstart zu sichern, sondern je nach Motorkraft, auch größere Steigleistungen zu ermöglichen, wodurch auch eine Unabhängigkeit von wetterbedingten Aufwinden gegeben ist.

Häufig entstehen durch Rotationseinflüsse des Propellers Probleme, die die Richtungsstabilität des Modells negativ beeinflussen. Eine Gegenmaßnahme ist aber dadurch möglich, dass durch Veränderung der Motorzugachse dieses Problem gelöst werden kann. Eine Grundabweichung gegenüber der Flugzeuglängsachse von ungefähr 3 Grad in die erforderliche Richtung kann vorweg durchaus empfohlen werden. Die Motorzugachse muss dann korrigiert werden, wenn bei Änderung der Motordrehzahl grobe Richtungsänderungen auftreten und dabei erheblich gegengesteuert werden muss.



Bei rechtsdrehenden Motoren (in Flugrichtung gesehen), die überwiegend eingesetzt werden, muss wegen der Propellereinwirkung die Motorzugachse nach rechts gerichtet sein. Über die vertikale Einstellung der Motorzugachse (Motorsturz) kann bei Schulter- und Hochdeckermodellen der Grundsatz gelten „Je größer der Abstand der Motorzugachse zur widerstandsbildenden Tragfläche nach oben entfernt ist, um so mehr muss die Motorzugachse nach unten geneigt werden.“

Bei Tiefdeckern verhält es sich umgekehrt, hier muss die Zugachse etwas nach oben gerichtet werden, was aber selten erforderlich ist und durch Probeflüge ermittelt werden muss. Diese Korrekturen aber nur mit der Trimmung herzustellen, würde einem sauberen Flugstil eher entgegen wirken.

## Der Segelflug

Segelflugzeuge werden schon konstruktionsmäßig so ausgelegt, dass durch einen geringen Luftwiderstand und ein entsprechendes Flächenprofil ein optimaler Gleitflug bzw. eine geringe Sinkgeschwindigkeit pro Zeiteinheit erzielt wird. Diese sagt aus, wie viel Meter das Flugzeug pro Sekunde sinkt, dargestellt in m/sec, z.B. 0,5 m/sec.

Wenn nun schon dieses aufschreckende Zahlengespenst in den Ring geworfen wird, dann nur mit der Absicht, die folgenden Aufwinddarstellungen erklärbarer zu machen.

Ein Segelflugzeug ist bekanntlich nur dann steuerfähig, wenn es durch eine nach unten gerichtete Flugbahn die erforderliche Geschwindigkeit dafür erhält. Diesen Sinkflug aber in einen Steigflug umzuwandeln ist nur dann möglich, wenn es in eine vertikale, nach oben gerichtete Luftströmung gesteuert wird, die eine größere Steiggeschwindigkeit aufweist, als die Sinkgeschwindigkeit des Seglers dagegen setzt. Diese Möglichkeiten zu nutzen, erhöhen den Reiz des Segelfliegens ganz besonders durch die Kräfte der Natur, längere Flüge zu ermöglichen.

Als Beispiel nehmen wir an, der Aufwind beträgt 3 m/sec, der Segler dagegen sinkt mit 0,5 m/sec. Daraus resultiert für das Flugzeug eine reale Steigrate von 2,5 m/sec.

Für den Modellflieger dürften zwei Aufwind-Arten interessant sein und zwar der Hangaufwind, bei dem der Start per Hand gegen den zum Hang strömenden Wind erfolgt und der thermische Aufwind, bei dem das Segelflugzeug mittels Seilhochstart, Flugzeugschlepp oder Hilfsmotor für die Thermiksuche nach oben befördert wird.

Der **Hangaufwind** kann als der berechenbarste Aufwind genutzt werden, vorausgesetzt, der Wind bläst gegen den Hang, so dass eine dem Hang folgende Aufwärtsströmung entsteht. Nach dem Start, der von der Hangkuppe aus erfolgt, wird das Modell parallel zur Hangkante in die Aufwindzone geflogen, wobei der Aufwind, je nach Windstärke und Geländeart, die Hangkante übersteigt, bei zunehmender Entfernung vom Hang aber auch an Einfluss verliert.

Wie die Skizze zeigt, begibt sich die Strömung auf der Lee-Seite, also der windabgewandten Seite des Hanges gnadenlos nach unten, was bedeutet, dass der Segler diese Zone meiden sollte.



Der **thermische Aufwind**, der vereinfacht nur als „Thermik“ bezeichnet wird, ist eine weitere Möglichkeit, mit dem Segelflugzeug Steigflüge durchführen zu können.



Die verschiedenartige Gestaltung der Erdoberfläche führt dazu, dass diese sich durch Sonneneinstrahlung unterschiedlich erwärmt, was zu dem Ergebnis führt, dass sich trockene Böden, helle Getreidefelder und Wohngebiete stärker erwärmen, als Waldgebiete, feuchte Böden und Wasserflächen. Die Folge daraus ist, dass die hier stärker erwärmte Luft, die spezifisch leichter ist, als die umgebende kalte Luft, sich hier vom Boden ablöst und nach oben steigt. Das Steigen der „Thermikblase“ hält so lange an, bis sich diese auf die Temperatur der umgebenen oberen Luftschicht abgekühlt hat.

Durch sauberes Kreisen in diesem Thermikschlauch besteht für den Segler die Möglichkeit, in der Thermik aufzusteigen, die sich bei zunehmender Höhe noch seitlich ausweitet. Da mit der Thermikblase die Luft vom Boden nach oben transportiert wird, entsteht hier ein Kreislauf, der durch Nachströmung der kälteren umgebenen Luft in die Ablösezone wieder geschlossen wird. Das geschieht durch Fallwinde aus dem Grenzbereich der aufsteigenden Luft und durch seitliche Zuströmung kälterer Luftmassen und aus dem umliegenden Gelände.

Was viele Modellflieger bei der Thermikbildung unterschätzen, ist die enorme Energie, die sich in diesem konzentrierten Bereich entwickelt. Das beschränkt sich nicht nur darauf, dass sich die Steiggeschwindigkeit mit zunehmender Höhe noch verstärkt, sondern sie weitet sich auch noch in der Breite aus. Wenn hier die Steigrate von 4 oder 5 Metern pro Sekunde ins Gespräch gebracht wird, ist das durchaus nicht das Maximum an Steiggeschwindigkeit, die erst durch einen Vergleich mit der Steigleistung eines gut motorisierten Elektroseglers deutlich wird, der ähnliche Steigwerte von ca. 4 – 5 m/sec aufweist, die auch im thermischen Aufwind zu erwarten sind.

All diese Kriterien sollte man – insbesondere für den Einsatz von Leichtbauseglern – bei starker Thermikbildung berücksichtigen. Es ist daher ratsam, den motorisierten Aufstieg (eingelassen)

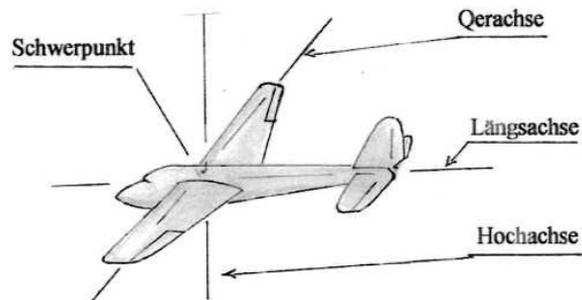
schlossen auch den Schleppflug) nicht zu hoch auszudehnen, um durch Thermikeinwirkung nicht in eine Höhe zu geraten, die nicht nur die Ortung, besonders aber den Abstieg zum Risiko werden lässt.

Das Aufsuchen und erkennen einer Thermikblase, die in niedriger Höhe noch nicht stark ausgeprägt ist, bedarf schon einiger Übungsflüge. So ist es kaum möglich, einen Erfolg zu erzielen, wenn die Suche mit zu hoher Fahrt und Steilkreisverdächtigen Manövern durchgeführt wird, sondern eher mit nicht zu hoher Fahrt und großräumigen Suchflügen dem Erfolg näher kommt.

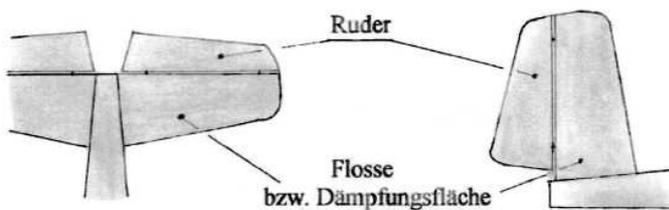
Die grundlegendste Voraussetzung ist auch hier wie bei allen Flugdurchführungen die Angewöhnung eines sauberen Flugstils.

## Die Ruder

Die Steuerbarkeit eines Flugmodells setzt voraus, Drehbewegungen um sämtliche drei Achsen durchführen zu können, die allesamt durch den Schwerpunkt verlaufen. Eine Drehung um die entsprechende Achse erfolgt durch Anströmung der eingesetzten Ruder.



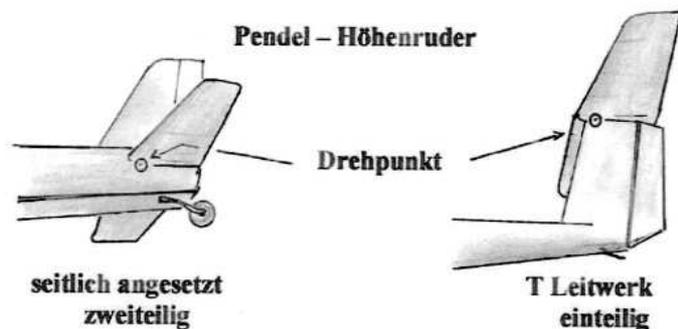
So ist zuständig	für die Querachse	das Höhenruder,
	für die Hochachse	das Seitenruder,
	für die Längsachse	die Querruder.



Das Höhen- und Seitenleitwerk dient in erster Linie der Flugstabilisierung und nicht zuletzt auch der Steuerbarkeit des Flugzeugs. Es besteht außer bei einem Pendelruder jeweils aus der Leitwerksflosse (Dämpfungsfäche) und dem Ruder.

Auch die Fertigmodelle erfordern häufig noch etliche Ergänzungsarbeiten, bei denen es sich vorwiegend um den Einbau von Ruderanschlüssen und Steuerservos handelt. In diesem Zusammenhang soll hier besonders auf die Eigenheiten von Pendelrudern hingewiesen werden, die vielfach als T-Leitwerk ausgelegt sind und eine präzise, spielfreie Anlenkung erfordern.

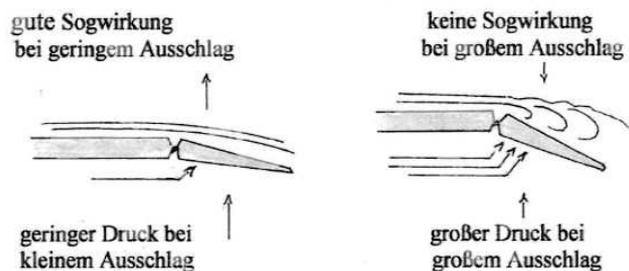
Da bei einem Steuerausschlag das gesamte Leitwerk wirksam wird, besteht durch auftretende Toleranzen die Gefahr, dass eine konstante Neutralstellung des Ruders nicht gewährleistet ist. Als Neutralstellung bezeichnen wir hier die Rudermittelstellung, die für den Normalflug bzw. Horizontalflug nach einem Ruderausschlag vorgegeben ist.



Die maximalen Ruderausschläge sind bei einem Pendelruder wesentlich geringer einzustellen, als bei einem Leitwerk mit feststehender Dämpfungsfäche. Diese relativ geringen Ruderausschläge müssen aber über den gesamten Steuerknüppelweg verlaufen, was dadurch zusätzlich zu einer Verbesserung der Neutralstellung führt.

Nun noch einige Bemerkungen über die Wirkungsweise gedämpfter Ruder, also Leitwerke mit feststehender Dämpfungsfläche und angelenktem Ruder. Diese Anordnung stellt baulich und fliegerisch wesentlich geringere Anforderungen an den Piloten, als es bei einem Pendelruder der Fall wäre. Ausgehend von der simplen Tatsache, dass sich das Flugzeug in die gleiche Richtung bewegt, in die auch das Ruder ausschlägt, sollen hier noch einige aerodynamische Vorgänge nachgereicht werden, die bei Seiten- und Höhenleitwerk die gleichen Auswirkungen zeigen:

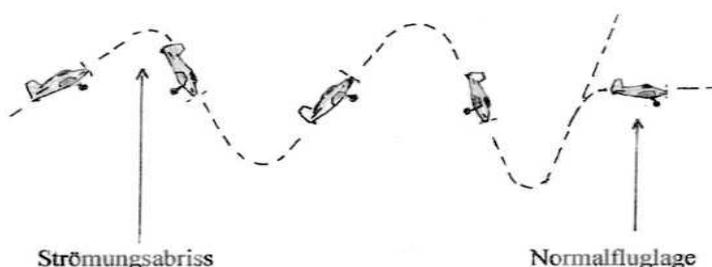
Durch die Anströmung dieses Leitwerks wird bei einem Ruderausschlag annähernd das gleiche Ergebnis erzielt, wie bei einem Tragflächenprofil, so dass eine Sogseite und eine Druckseite entsteht, siehe die nebenstehenden Skizzen:



Allerdings verliert die Sogseite bei einem großen Ruderausschlag ihre Wirkung, da das Ruder durch eine große Wirbelbildung eine starke Verwirbelung hervorruft, so dass keine Sogwirkung mehr entstehen kann. Die Gegenseite erzeugt aber ausreichenden Ruderdruck, um das Flugzeug in die richtige Richtung zu bewegen.

Anmerkung: Die Ruderausschläge nach Einleitung einer Kurve zeitig zurücknehmen, um ein Übersteuern zu verhindern.

Auch Modelle mit guten Flugeigenschaften geraten oft durch den Übergang von einem Kreisflug in den Geradeausflug in einen überzogenen Flugzustand. Die Folge daraus ist, dass sich das Modell bis zum Strömungsabriss in den Steigflug begibt und anschließend in einen Sturzflug übergeht, der das Mehrfache seiner normalen Fluggeschwindigkeit erreicht. Durch das Abfangen des Modells erfolgt erneut ein Steigflug, der wiederum eine noch verstärkte Wellenflug- bzw. Pumpbewegung einleitet, falls der Pilot dies nicht gekonnt unterbindet. Diese Maßnahme erscheint am sichersten in der Steigphase, in der das Modell die Fahrt auf seine normale Eigengeschwindigkeit reduziert hat. An diesem Punkt wird das Flugzeug in eine normale Horizontal-Fluglage gelegt, wie in der Skizze dargestellt.



Es ist ratsam, diesen Flugzustand schon im Ansatz zu unterbinden, bevor sich das Modell in dieser kritischen Lage aufschaukelt und den Flug als Totalschaden beendet.

Der Hinweis auf diese Situation mag erfahrenen Piloten als überflüssig erscheinen, die Erfahrung aber zeigt, dass Anfänger häufig große Schwierigkeiten haben, das Modell wieder in einen normalen Flugzustand zu versetzen.

Wir wissen bereits, dass vorwiegend die Leitwerke die Flugstabilität gewährleisten, was auch im Kurvenflug durch den richtigen Einsatz der Ruder aufrecht erhalten werden muss.

Beginnen wir mit der Einleitung eines Kreis- oder Kurvenfluges, also mit der Drehung um die Hochachse durch das Seitenruder. Wichtig dabei ist zu wissen, dass eine sauber geflogene Richtungsänderung nur durch das Zusammenwirken sämtlicher Ruder zum Erfolg führen kann.

Zur besseren Verdeutlichung betrachten wir die Vorgänge, die sich bei einem linken Vollkreis ergeben.

Die Einleitung erfolgt durch einen maßvollen linken Seitenruder-Ausschlag. Das Modell dreht nach links und gleichzeitig auch in eine zunehmende Schräglage, wobei auch die Geschwindigkeit zunimmt. Schon hier sehen wir, dass nur bei einem Seitenruder-Ausschlag das Modell sich um sämtliche drei Achsen bewegt.

Bedingt durch die Linksdrehung des Modells erzeugt der Außenflügel, also der rechte Flügel, mehr Auftrieb als der Innenflügel, so dass sich die Schräglage über das erforderliche Maß hinaus vergrößert, was durch Gegensteuern mit dem Querruder zu verhindern ist, um nicht in eine Steilkurve zu geraten. Anfänger sollten versuchen, die Kurvenschräglage vorerst nicht über 20 Grad auszudehnen.

Das Seitenruder ist nach Beginn der Drehung wieder in die Normalstellung zurückzuführen, da der Ruderausschlag in der Schräglage eine Tiefenrudereffekt ausübt. Die Tendenz einer Geschwindigkeitszunahme besteht aber weiterhin, diese sollte durch das Höhenruder kompensiert werden. Besitzt das Modell keine Querruder, übernimmt das Seitenruder die Korrektur der Schräglage.

Sollte ein Anfänger mit dem folgenden Querruder-Thema überfordert sein, besteht für ihn kein Grund, seine Flug-Aktivitäten einzuschränken, sofern die Querruder – wie unten vorgeschlagen – einjustiert sind. Einige Details aber sollten dennoch über dieses Thema vermittelt werden. Abgesehen davon, wie die Ruder-Ausschläge im Flugbetrieb eingesetzt werden, sollte die Grundeinstellung der Ruder nach unten  $20^\circ$  nicht überschreiten, nach oben dagegen ist diese auf  $40^\circ$  zu verdoppeln.



Das hat folgende Gründe:

Der Anströmdruck, der auf das nach unten ausgeschlagene Ruder auftrifft, kommt ungehindert zur Wirkung, so dass der Flügel angehoben aber durch den Widerstand, der durch die Anströmung erfolgt, abgebremst bzw. zurückgehalten wird, was auch als Roll-Wendementmoment bezeichnet wird.

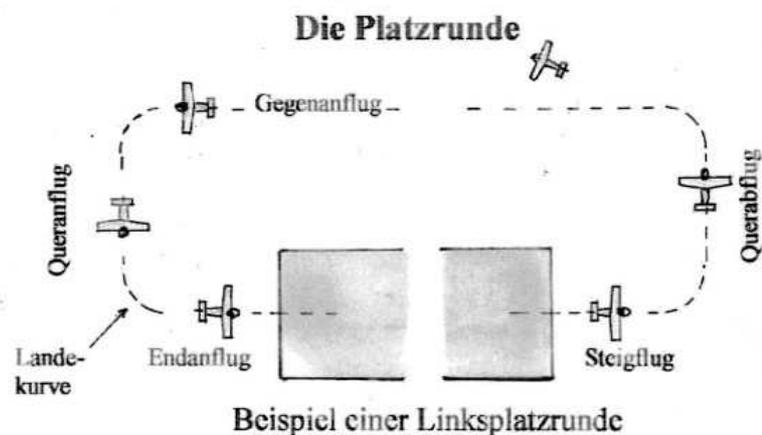
Dieser Widerstand muss durch das Seitenruder, besonders aber durch das gegenüberliegende nach oben ausgeschlagene Querruder, kompensiert werden. Dieses aber befindet sich an der Profiloberseite, schon eine schädliche Verwirbelung der Strömung, wo kaum Wirkungsdruck entstehen kann, so dass der Ruder-Ausschlag verdoppelt werden muss.

Das Einleiten einer Kurve geschieht aber weiterhin mit dem Seitenruder, das nach Beginn der Drehung wieder in seine Neutralstellung zurückgeführt wird.

Die Landung eines Flugmodells entwickelt sich bei vielen Modellfliegern, und zwar nicht nur Anfängern, nicht selten zu einem Abendteuer.

Es wäre aber Selbstbetrug, verpatzte Landungen irgendwelchen imaginären Einflüssen zuzuschreiben, für die man nichts kann, denn die Ursachen beziehen sich überwiegend auf eine zu geringe Anzahl von Übungsflügen, mit denen man die Eigenheiten des Modells besser kennenlernt. Daher sollten die Landungen vorerst noch von einem erfahrenen Piloten erfolgen. Andere Ursachen für eine missglückte Landung sind aber auch nicht angepasste Landegeschwindigkeiten und Fehleinschätzung der Windeinflüsse, die schon bei der Landeeinteilung berücksichtigt werden müssen und zwar im Nahbereich des Flugplatzes.

Dieser Bereich, der auch als Platzrunde bezeichnet wird, ist Bestandteil einer Erfolg versprechenden Landung und vom allgemeinen Flugbetrieb möglichst zu meiden, um den Start- und Landebetrieb nicht zu behindern.



## Landevorgänge

Die größten Bemühungen, einen gelungenen Flug bzw. eine erfolgreiche Landung durchzuführen, dürften vergebens sein, wenn das Modell fehlerhaft eingestellt ist, was grundsätzlich schon vor dem ersten Flugeinsatz zu überprüfen ist. Setzen wir voraus, dass bei Fertigmodellen die EWD-Einstellung in Ordnung ist, verbleibt als wichtigste Maßnahme, die Überprüfung der Schwerpunktlage, die bei jedem Modell angegeben sein sollte, sich aber überwiegend im vorderen Drittel des Flügels befindet, außer bei Nurflügel- und Pfeilflügelmodellen unterschiedlicher Art.

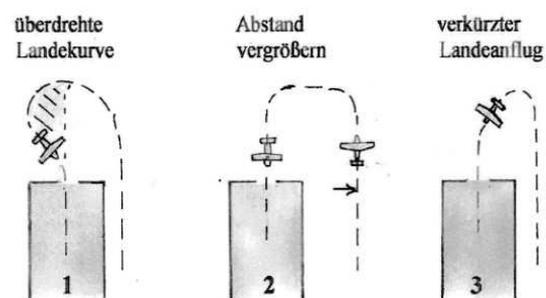
Ein schwanzlastiges Modell in die Luft zu befördern bedeutet von vornherein nicht nur ein Scheitern der Landung, sondern gefährdet den gesamten Flug auch dadurch, dass unser Flugzeug mit nach oben gerichteter Nase durch die Luft schiebt und nur durch einen Tiefenruderausschlag vorwärts zu bewegen ist, was die Flugstabilität bis zur Unkontrollierbarkeit beeinträchtigen kann. Handelt es sich aber um ein kopflastiges Modell, ist dieses in geringem Maße noch mit der Trimmung auszugleichen. Darüber hinaus aber kann es dazu führen, dass vor der Landung durch die eintretende Fahrtabnahme nach dem Abfangen die Anströmung nicht mehr ausreicht, das Heck des Modells nach unten zu hebeln mit dem Ergebnis, dass die Nase sich nach unten neigt und hart aufschlägt.

Für den Kurvenflug wäre noch zu ergänzen, was besonders in geringer Höhe vor der Landung beherzigt werden sollte: Je enger der Kurvenradius geflogen werden soll, umso größer muss auch die Schräglage für den Kurvenflug vorgesehen werden, was gleichzeitig auch eine Erhöhung der Geschwindigkeit erfordert, und zwar ab einer Schräglage von ca. 30 Grad, um ein „Abschmieren“ zu vermeiden und u.a. auch die auftretenden Übergänge in unterschiedliche Windrichtungen schadlos zu überstehen.

Die Landeeinteilung beginnt spätestens im letzten Drittel des Gegenanflugs, um in der erforderlichen Höhe die Landekurve zu erreichen. Diese sollte wegen der schwierigen Entfernungseinschätzung nicht zu weit vom Landepunkt entfernt angesetzt werden und das in einer Höhe, die bis zur Landung keinen Sturzflug mehr erforderlich macht. Dieser würde zu einer hohen Fahrtaufnahme und zu einem langen Schwebeflug führen.

Die letzte Kurve vor der Landung, also die Landekurve, hat so früh zu erfolgen, dass sie nicht über die Endanfluglinie hinaus endet, was unweigerlich in einer Kurvenakrobatik endet, um wieder in die Landerichtung zu gelangen (siehe Skizze 1).

Diesem Manöver ist vorzubeugen, indem der Gegenanflug weiter vom Landeplatz entfernt erfolgt (siehe Skizze 2). Besteht aber dafür keine Möglichkeit mehr, ist ein verkürzter Landeanflug die beste Lösung (siehe Skizze 3).

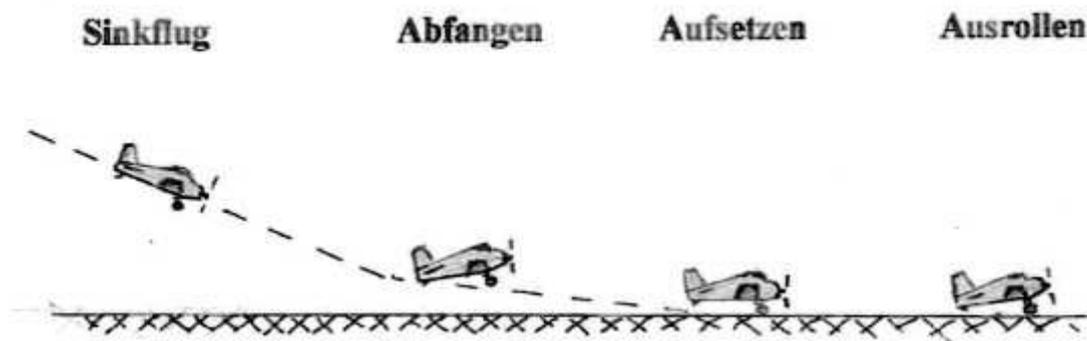


Dass die gesamten Landeanflugbewegungen nicht immer in der aufgezeigten Geometrie der Platzrunde ablaufen, liegt in der Natur der Sache. Sie bietet aber eine Vorgabe für eine Anflugordnung, die nicht nur einen berechenbaren Flugbetrieb ermöglicht, sondern auch dem Piloten zu einem disziplinierten Flugverhalten führt.

### **Fliegen heißt Landen.**

Das begründet auch, das sich an dieser Stelle ein großer Teil der Erklärungen auf die Landevorgänge konzentriert, denn besonders hier bündeln sich fast sämtliche aerodynamischen Feinheiten, die auch für den „normalen“ Flug nutzbar sind.

Der Endanflug ist bis zum Abfangen mit einer konstanten, leicht überhöhten Fluggeschwindigkeit durchzuführen. Der dafür erforderliche Neigungswinkel in Richtung Landebahn wird mit der Tiefenruder-Trimmung des Senders ausgeführt, die auch an dieser Stelle verbleibt. Dies ermöglicht, die Steuerung des Endanflugs hauptsächlich auf die Zugrichtung des Höhenruder-Steuerknüppels zu verlagern, was ein präziseres Abfangen des Modells ermöglicht. Ein Aufbäumen des Modells ist dabei allerdings zu vermeiden. Die Vorstellung, ein Modell durch ständiges Nachdrücken im Sinkflug zu halten, würde wohl kaum die Hoffnung auf einen sauberen Landeabschluss verbessern.



Handelt es sich bei einer Landung um ein Motormodell, ist die Motordrehzahl so weit zu drosseln, dass ein Propellerzug nicht mehr wirksam ist, wodurch ein unendlich langer Schwebeflug verhindert wird. Das Modell aber mit zu hoher Fahrt gewaltsam auf die Räder zu bringen, ohne dass es durch den normalen Fahrtverlust von selbst auf dem Boden aufsetzt, würde das Modell unweigerlich zu unschönen Sprüngen herausfordern. Ein vorzeitiges Ausschalten des Motors wäre dagegen ratsamer.

Um den Sinkflug zu beenden und die Anfluggeschwindigkeit abzubauen, wird das Modell in ca. 1 – 2 Meter Höhe in eine waagerechte Flugbahn abgefangen. Bei Motormodellen ist spätestens hier der Motor so weit zu drosseln, dass der Propeller keinen Vortrieb mehr erzeugt, es sei denn, die Höhe bis zum Aufsetzpunkt ist nicht mehr ausreichen. Die noch erforderliche

Mindestgeschwindigkeit wird nun durch das Abgleiten aufrecht erhalten, so dass in dieser Flugphase selbst das größte und schnellste Flugzeug zu einem Segelflugzeug wird.

Da die Geschwindigkeit für eine endgültige Landung aber noch zu hoch ist, wird das Modell kurz über dem Boden in einen Schwebeflug gehalten, bis es durch die nun entstehende Fahrtabnahme und den dadurch entstehenden Strömungsabriss selbstständig aufsetzt.

Ein Motormodell sollte nach der Landung aber erst dann von der Landebahn abrollen, wenn sich die Fahrt auf Schrittgeschwindigkeit verlangsamt hat, um ein seitliches Abkippen durch eine zu schnell eingeleitete Abrollkurve zu vermeiden.

Natürlich spielen im Flugbetrieb auch die Windeinflüsse eine Rolle.

Diese können sich besonders bei der Landung nachteilig auswirken. Dieses Thema aber erschöpfend zu behandeln, würde bedingt durch die ständig wechselnden Situationen dem Anfänger keine große Hilfe bedeuten, sondern eher zu Verwirrung führen.

Da aber die Einweisungs- und Übungsflüge ohnehin bei ruhigerem Wetter stattfinden, können diese Besonderheiten zunächst noch ausgesetzt werden, bis die Beherrschung des Modells so weit gediehen ist, um es auch mit anderen Wetterlagen aufnehmen zu können.

Wenn nun zum Schluss noch nähere Erläuterungen über das Starten von Modellen erwartet werden sollten, muss das in einer Enttäuschung enden.

Denn jedes Modell weist andere Eigenheiten auf und ein einheitliches Konzept kann daher für einen Startvorgang nicht angeboten werden.

Das begünstigt auch die Empfehlung, die ersten Starts von einem versierten Modellflieger durchführen und sich erläutern zu lassen bis sich eine ausreichende Sicherheit in der Beherrschung des Modells eingestellt hat.

Für einen Bodenstart muss bei Motormodellen so viel Anrollgeschwindigkeit aufgebaut werden, dass ein anschließend sicherer Steigflug gewährleistet ist. Besteht darüber aber schon beim Anrollen der geringste Zweifel, ist ein Startabbruch vorzuziehen und die Ursache zu überprüfen. Das sollte aber auch dann erfolgen, wenn das Modell anstatt einen braven geraden Sprint hinzulegen sich wie ein Slalomläufer verhält, denn aus dieser Situation heraus einen Startversuch zu unternehmen ist die sicherste Gewähr, sich für eine größere Reparatur vorbereiten zu müssen.

## **Zum Abschluss**

Mit dem folgenden Nachtrag sollen dem Neueinsteiger noch einige **Ratschläge** mit auf den Weg gegeben werden, die dazu dienen könnten, durch selbst auferlegte Übungsaufgaben das Erfolgsziel nicht nur sicherer, sondern auch interessanter zu gestalten. Es dürfte nicht damit abgeschlossen werden, das Modell erfolgreich zu starten, gewagte Flugfiguren unter dem Himmel zu zeichnen und „weiterverwendbar“ zu landen. Dies kann durchaus zur Entspannung beitragen, soweit es sich im Rahmen der Sicherheit und der Zumutbarkeit gegenüber dem Umfeld bewegt. Dennoch sollten nachfolgende Ratschläge berücksichtigt werden.

Wir werden schon zu Beginn unserer fliegerischen Tätigkeit festgestellt haben, dass – bedingt durch Windeinflüsse und andere Eigenheiten – das Modell gerne selbst bestimmen möchte, wohin die Reise geht. Dies kann aber vom Piloten nicht hingenommen werden, denn er selbst bestimmt bei steuerbaren Modellen den Flugablauf, auch wenn das Modell ohne Einflussnahme des Piloten häufig einen eleganten Flugstil darbietet.

Daher sind folgende Übungseinheiten auch bei ungünstigen Wetterlagen nur zu empfehlen:

1. Wiederholte Geradeausflüge über eine bestimmte Grundlinie parallel zur Platzlänge, die in gleichbleibender Höhe bei Motormodellen und mit entsprechendem Neigungswinkel auch bei Segelflugmodellen durchführbar sind.
2. Aufeinanderfolgende Vollkreise über einen bestimmten Fixpunkt in einer flachen Flugbahn, ohne durch Windeinflüsse den Zentralpunkt zu verlassen. Andere Übungen in ähnlicher Art sind ebenfalls denkbar.

Auch wenn der Erfolg sich nicht auf Anhieb einstellen sollte besteht kein Anlass, das Handtuch zu werfen.

Selbst altgediente sog. „*Könnner*“ demonstrieren noch allzu häufig, dass sie die Fehler ihrer Anfangsjahre noch sehr gut beherrschen, einschließlich Landungen, die auch nicht immer dort stattfinden, wo sie eigentlich vorgesehen sind, daher nur Mut und ...

**„Holm und Rippenbruch!“**