

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort, Faszination Wasserflug . . . . .	9
1.1 Der Autor . . . . .	11
1.2 Historische Vorbilder . . . . .	12
2 Die Zielsetzung . . . . .	15
2.1 Verdrängerfahrt . . . . .	17
2.2 Angleiten und Gleitfahrt . . . . .	17
2.3 Kurvenfahrt . . . . .	18
2.4 Start und Abwassern . . . . .	19
2.5 Landen und Wassern . . . . .	19
2.6 Stabilisierung bei Wind . . . . .	20
3 Die Gewichtsspirale, Leichtbau gegen Stabilität . . . . .	21
4 Auslegung des Unterwasserschiffes . . . . .	23
4.1 Die Positionierung der Stufe . . . . .	24
4.1.1 Stufe zu weit hinten . . . . .	24
4.1.2 Stufe zu weit vorne . . . . .	25
4.1.3 Stufe an der richtigen Position . . . . .	25
4.2 Die Höhe der Stufe . . . . .	26
4.3 Formung und Winkel des Rumpfbodens . . . . .	26
4.4 Zusatzstufe oder V-förmige Kielung . . . . .	28
4.5 Volumen und Länge von Schwimmern oder Rümpfen . . . . .	30
5 Die Steuerung auf dem Wasser . . . . .	33
5.1 Wasserruder . . . . .	33
5.2 Motor-Differenzierung . . . . .	33
5.3 Wasserfahrt bei Seiten- oder Rückenwind . . . . .	34
5.4 Steuerung ohne Wasserruder . . . . .	35
6 Stabilisierung um die Längsachse . . . . .	39
6.1 Stützwchwimmer an den Tragflächen . . . . .	40
6.1.1 Größe . . . . .	41
6.1.2 Winkel . . . . .	42
6.1.3 Höhe . . . . .	42
6.2 Dornier-Stummel . . . . .	44
6.2.1 Größe . . . . .	46
6.2.2 Winkel . . . . .	46
6.2.3 Position . . . . .	46
6.3 Selbstlenzende Flutkammer . . . . .	47

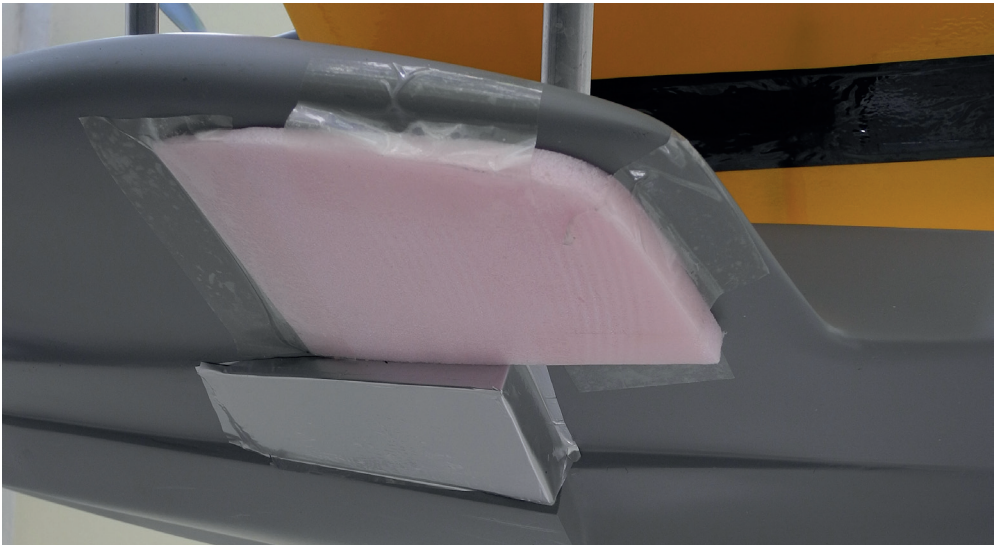
7 Grundlagen der Geometrie von Flügeln und Motoren. . . . .	51
7.1 EWD und Schwerpunkt. . . . .	51
7.1.1 Überkompensieren. . . . .	53
7.1.2 Langsamflug-Eigenschaften und Schwerpunktlage . . . . .	53
7.2 Der Winkel des Rumpfes zur Tragfläche. . . . .	55
7.3 Motorsturz und Seitenzug. . . . .	59
7.3.1 Seitenzug. . . . .	59
7.3.2 Motorsturz bei Flugbooten . . . . .	61
7.3.3 Motorsturz bei Schwimmerflugzeugen . . . . .	63
8 Flügel, Auslegung und Konstruktion . . . . .	67
8.1 Flügel-„Schränkung“ oder Verwindung . . . . .	67
8.2 Holmstruktur in optimaler Leichtbauweise. . . . .	70
8.2.1 Kräfte im Flügel . . . . .	71
8.2.2 Depron-Holm mit CFK-Gurt, tragende Außenhülle . . . . .	73
8.2.3 Flügelsteckungen, Dicke in Relation zum Modellgewicht . . . . .	74
8.2.4 Die Sicherung des gesteckten Flügels. . . . .	75
8.3 Depron-Flügel . . . . .	76
8.3.1 Einteilige Außenhaut mit Rippen-Unterkonstruktion . . . . .	78
8.3.2 Gewölbte Platte . . . . .	78
8.3.3 Jomari-Konstruktion . . . . .	79
8.3.4 Kline-Fogleman-Profil. . . . .	80
8.4 Servo-Anlenkung der Querruder. . . . .	80
8.4.1 Steckung beim Servo im Mittelstück . . . . .	80
8.4.2 Klassische Anlenkung über Ruderhörner . . . . .	81
8.4.3 Direktanlenkung . . . . .	82
8.4.4 Torsions-Anlenkung . . . . .	83
8.4.5 Korrosion in Bowdenzugrohren . . . . .	83
9 Einfache Kastenrumpfe aus Depron . . . . .	85
9.1 Übertragen der 3-Seiten-Ansicht. . . . .	85
9.2 Krafterleitungen mit EPP. . . . .	89
9.3 Vorgehensweise beim Bau. . . . .	91
9.4 Größenanpassung des Leitwerks. . . . .	95
10 Oberflächenbeschichtungen für Depron-Konstruktionen . . . . .	97
10.1 Lackierung mit wasserlöslichen Lacken . . . . .	97
10.2 Parkettieren mit Japanpapier . . . . .	99
10.2.1 Vorgehensweise beim Parkettieren . . . . .	99
10.3 Beglasen mit Glasfasermatten. . . . .	101
10.3.1 Vorgehensweise beim Beglasen. . . . .	101
10.4 Bespannen mit Oracover-Bügelfolie. . . . .	101
10.4.1 Vorgehensweise beim Bespannen . . . . .	102

11 Elektronik und Wasserschutz . . . . .	105
11.1 Positionierung der Regler und des Empfängers . . . . .	105
11.2 Positionierung der Servos . . . . .	107
11.3 Chemischer Wasserschutz . . . . .	108
11.3.1 Wet Protect . . . . .	108
11.3.2 Plasti Dip . . . . .	109
12 Mehrmotorige Antriebe . . . . .	111
13 BEC, UBEC und Redundanz . . . . .	113
14 Beleuchtung . . . . .	117
14.1 Tragflächenbeleuchtung . . . . .	118
14.2 Rumpf-Positionslichter . . . . .	119
15 Die Testphase . . . . .	121
15.1 Wasser-Test vor Fertigstellung . . . . .	121
15.2 Der Erstflug . . . . .	123
16 Allgemeine Hinweise . . . . .	125
16.1 Rettung und Bergung . . . . .	125
16.2 Wo darf ich fliegen? . . . . .	127
16.3 Marktübersicht Depron-Baupläne und Bausätze . . . . .	129
16.3.1 Micro Drake Depron . . . . .	129
16.3.2 Polaris Seaplane . . . . .	130
16.3.3 Dornier Delphin . . . . .	130
16.3.4 Magnum Reloaded . . . . .	131
16.3.5 Dornier Wal . . . . .	132
16.3.6 Judi Seaplane, Volmer VJ22, Schwimmer von Hilmar Lange . . . . .	132
17 Schlusswort . . . . .	135
18 Danksagung . . . . .	137

# 4 Auslegung des Unterwasserschiffes

Beginnen wir mit dem zentralen Thema, wenn man selbst ein Wasserflugzeug bauen möchte oder ein Wasserflugzeug kauft: Die Konstruktion des Unterwasserschiffes. Ich habe viele Fertigmodelle oder Bausätze im Handel gefunden, bei denen elementare Fehler vorhanden sind und die dementsprechend schlecht zu landen und starten sind. Dieses Thema unterscheidet das Wasserflugzeug vom Landflugzeug. Während es beim Landflugzeug genügt, irgendwie Räder unter den Rumpf zu schrauben und genug Motor-

leistung zu haben, muss beim Wasserflugzeug eine komplexe Rumpfform realisiert werden. Wenn das Unterwasserschiff oder die Schwimmer nicht richtig dimensioniert und positioniert sind, dann kann es sein dass der Erstflug gar nicht erst stattfindet, weil das Flugzeug den Start vom Wasser nicht schafft. Aber selbst wenn das Flugzeug den Wasserstart schafft, lohnt es sich an dieser Stelle etwas Aufwand in die Optimierung zu stecken, denn das Rumtoben auf dem Wasser ist einfach ein Riesenspaß.



**Bei meinem gekauften Do18-Rumpf waren umfangreiche Veränderungen (Rosa und silberne Keile) der Stufe nötig, um ins Gleiten zu kommen. Ohne diese Änderungen war ein Wasserstart unmöglich**

## 4.1 Die Positionierung der Stufe

Die Stufe ist wohl das wichtigste Element für den Erfolg des Wasserstarts. Damit das Wasserflugzeug ins Gleiten kommt, benötigt es eine Stufe. Nur die Stufe kann verhindern, dass der ganze Rumpf im Wasser „klebt“. Die Stufe erlaubt es auch, den Anstellwinkel des Flugzeuges zu ändern. Ähnlich wie bei einem dreibeinigen Landfahrwerk, wenn die Nase hochgenommen wird und das Vorderad vom Boden abhebt.

Bei der Positionierung der Stufe kann sehr viel falsch gemacht werden. Ich habe Modelle im Handel gefunden, bei denen die Stufe falsch positioniert ist und der Pilot es trotz hervorragendem Können nicht schafft, ohne hüpfen zu landen. Das gilt übrigens sowohl für Flugboote als auch für Schwimmerflugzeuge. Deshalb schauen wir uns drei mögliche Fälle für die Stufenpositionierung einmal genauer an.

### 4.1.1 Stufe zu weit hinten

Bei gekauften Modellen ist das eher selten der Fall. Wird allerdings genau nach Vorbild gebaut, kann es bei manchen Flugzeugtypen passieren, dass sich die Stufe beim Modell zu weit hinten befindet. Woran liegt es, dass es beim Original funktioniert und beim Modell nicht? Und wie äußert es sich beim Modell, dass die Stufe zu weit hinten ist? Wenn die Stufe zu weit hinten liegt, neigt das Modell in der Gleitfahrt zum Wippen. Die Nase und das Heck schwingen auf und ab. Wenn der Effekt nur gering auftritt, lässt sich durch leichtes Ziehen mit dem Höhenruder dagegenhalten. Im Extremfall kann der Effekt aber so stark auftreten, dass beim Beschleunigen auf Startgeschwindigkeit das Flugzeug einen Sprung nach oben und anschließend einen Köpfer zurück ins Wasser macht, was dann einen abrupten Stopp nach sich zieht. Das ist mir bei den ersten Tests

meiner Do212 passiert. Das Flugzeug war nicht zu starten und jeder Versuch endete mit einem „Delphin-Sprung“ ins Wasser. Nachdem ich die Stufe nach vorne verlegt habe, ließ sie sich mühelos starten, als ob nie etwas gewesen wäre. Speziell bei Dornier-Flugzeugen befindet sich die Stufe im Original relativ weit hinten. Zusätzlich kommt es noch auf den Maßstab an. Bei Modellen ab 1,4 m Spannweite kann die Stufe problemlos an die weiter hinten liegende originalgetreue Position gebaut werden. Das Modell ist groß genug, dass das Wippen durch Gegenhalten mit dem Höhenruder kompensiert werden kann. Bei kleineren Flugzeugen fällt es dem Piloten schwer, das Wippen durch Gegenhalten mit dem Höhenruder zu verhindern, denn die Erkennbarkeit des kleinen Rumpfes im Wasser wird schlechter und die Bewegungen sind schneller. Hier empfehle ich, die Stufe leicht nach vorne zu verlegen.

Aber wodurch entsteht das Wippen? Je weiter hinten die Stufe ist, umso mehr Hebelarm befindet sich zwischen dem Schwerpunkt und dem Auflagepunkt auf dem Wasser. Durch den Schwerpunkt vor dem Auflagepunkt ergibt sich ein Drehmoment, welches die Nase des Modells bei einer Störung nach unten zieht. Dieser Effekt ist erwünscht bei der Landung, denn er verhindert dass der Flieger „abprallt“. Dieser Effekt stabilisiert das Flugzeug. Je näher die Stufe am Schwerpunkt ist, umso weniger stabilisiert ist das Flugzeug. Eine weiter hinten liegende Stufe unterstützt, dass das Flugzeug bei der Landung sofort auf dem Wasser bleibt ohne zu hüpfen. Jetzt könnte die Stufe einfach getreu nach dem Motto „viel hilft viel“ sehr weit nach hinten gesetzt werden. Aber auch hier gibt es Grenzen. Denn wenn dieses Drehmoment zu stark ist, dann wird bei der kleinsten Störung, beispielsweise einer kleinen Welle, die Nase zu weit zurück ins Wasser gedrückt, sie schwimmt wieder auf, wird wieder nach unten gedrückt und so weiter. Die Stabilisierung bzw. Regelung ist zu stark. Der eigent-

lich stabile Zustand wird wieder instabil und beginnt sich aufzuschaukeln. Bei größeren Modellen ist diese Bewegung sehr deutlich erkennbar und kann mit dem Höhenruder ausgeglichen werden. Bei kleinen Modellen ist das schwieriger.

#### 4.1.2 Stufe zu weit vorne...

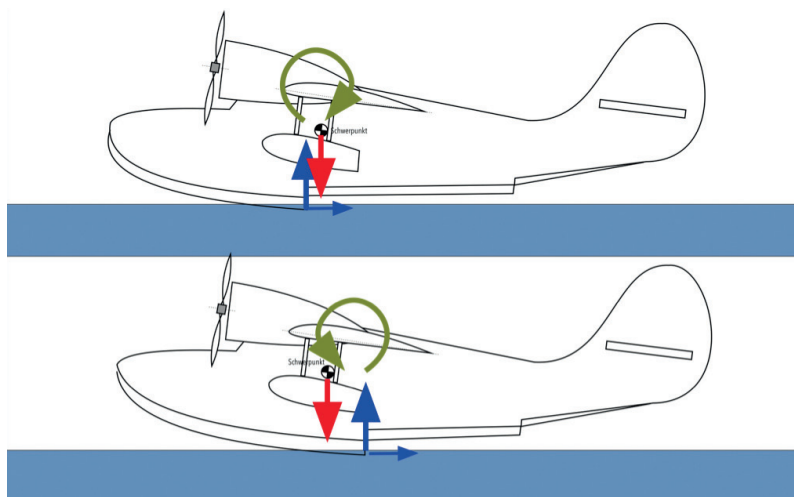
...oder sogar auf dem Schwerpunkt. Diesen Fehler habe ich leider schon bei einigen Flugbooten und Schwimmerflugzeugen im Handel gesehen. Eine zu weit vorne liegende Stufe begünstigt „Hüpflandungen“. Selbst hervorragende Piloten werden mit so einem Modell Schwierigkeiten haben, eine vernünftige Landung hinzubekommen. Bei einer zu weit vorne positionierten Stufe liegt die Stufe im schlechtesten Fall auf oder vor dem Schwerpunkt. Wenn die Stufe auf dem Schwerpunkt liegt, tritt beim Aufsetzen kein Drehmoment zwischen Auflagepunkt und Schwerpunkt auf, welches die Rumpfnase nach unten zieht. Folglich springt das Flugzeug, wenn es nicht perfekt gelandet wird, von der Wasseroberfläche weg wie ein flach geworfener Stein. Das kann im Extremfall dazu führen, dass nach dem Abprallen die Fahrt zu niedrig ist und ein einseitiger Strö-

mungsabbriss eintritt. Das Modell taucht dann recht unschön mit einer Tragfläche zuerst ein.

#### 4.1.3 Stufe an der richtigen Position

Mit einer richtig positionierten Stufe gelingen gute Landungen ohne Probleme. Nur bei einer sehr schlechten Landung wird es geringfügig springen. Die richtig platzierte Stufe erlaubt es, beim Touch and Go eine hauchzarte Linie auf das Wasser zu ziehen. Der Landeanflug wird mit leicht nach oben gezogener Nase durchgeführt. Als grobe Daumenregel liegt dabei die Rumpfunterseite hinter der Stufe parallel zur Wasseroberfläche. Nach dem Aufsetzen mit leicht angehobener Rumpfnase ergibt sich ein Drehmoment durch den vor der Stufe liegenden Schwerpunkt, welcher die Rumpfnase nach unten zieht und damit das Flugzeug praktisch auf der Wasseroberfläche festhält. Damit ist ein wichtiges Ziel bei der Auslegung und Konstruktion des Modells erreicht.

Aber wo soll die Stufe sein? Im Internet kursiert eine Regel, dass die Stufe zirka 1 bis 2 cm hinter dem Schwerpunkt liegen soll. Das ist in der Praxis natürlich schlecht anwendbar, da 1 bis 2 cm bei einem Modell



**Stufenposition:**  
Ist die Stufe zu weit vorne, neigt das Flugzeug bei der Landung zum Springen. Ist sie zu weit hinten, kann es während der Gleitfahrt wippen

mit 60 cm Spannweite eine andere Bedeutung haben, als bei einem 3-m-Modell. Ich empfehle, die Stufe auf mindestens 50 % der Flächentiefe zu legen. Bei größeren Modellen, sogar bis zu 65 %, je nach Vorbild. Als Beispiel bei meinem Dornier Wal mit 2,1 m Spannweite liegt die Stufe bei 62 % der Flächentiefe, von der Vorderkante der Tragfläche gemessen. Das gilt natürlich nur für rechteckige Tragflächen. Bei nicht rechteckigen Tragflächenformen muss der Schwerpunkt und der Neutralpunkt berechnet werden. Dafür benutze ich das Freeware-Programm *W\_Laengs* von Dietrich Meissner und Jörg Russow. Nach der Eingabe aller Flugzeug Parameter (Stummelflügel und Rumpfboden nicht vergessen) berechnet das Programm den Schwerpunkt für den Erstflug und den Neutralpunkt. Die Stufe platziere ich dann auf oder etwas hinter den Neutralpunkt. Wenn ein Modell nach einem Vorbild gebaut wird, kann man sich aber einfach am Original orientieren.

## 4.2 Die Höhe der Stufe

Die erforderliche Höhe der Stufe hängt zusammen mit dem Winkel des hinteren Rumpfbodens und der Größe des Modells. Bei sehr kleinen Modellen wird eine vordbildgetreue Stufe zu klein. Ich empfehle aus Praxiserfahrungen heraus ungefähr folgende, empirisch ermittelten Stufengrößen in Tabelle 1.

**Tabelle 1: Stufengrößen**

Rumpflänge	Stufenhöhe
45 cm	6-8 mm
90 cm	10-14 mm
140 cm	18-22 mm
160 cm	20-24 mm

Sollte die Stufe zu niedrig sein, so ist es im Normalfall immer noch möglich die Höhe nachträglich, ohne allzu großen Aufwand zu erhöhen. Eine zu hohe Stufe schadet funktional selten, eventuell ist sie aber optisch störend.

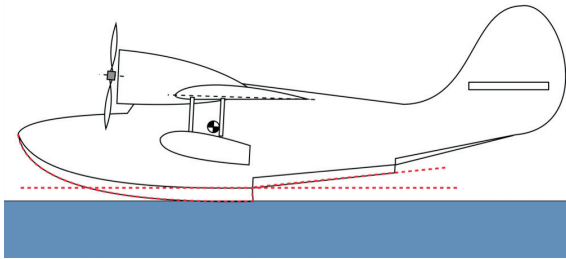
## 4.3 Formung und Winkel des Rumpfbodens

Wichtig bei allen Teilen des Unterwasserschiffes, beim Rumpf oder bei Schwimmern und Stummeln ist, dass die Form nach vorne eine harmonische Kurve bildet und nach hinten mit einer scharfen Kante endet. Alle hinteren Bereiche an der Stufe, den Stummeln und den Schwimmern sollten scharfkantig sein, um den Wasserabriss zu erleichtern. Durch die harmonische Kurve nach vorne bildet der Rumpf beim Beschleunigen möglichst wenig Widerstand und kommt leicht in Fahrt. Die scharfe Abrisskante hinten und an den hinteren Seiten ist wichtig, damit sich der Rumpf von der Wasseroberfläche lösen kann. Die Stufe darf niemals abgerundet oder verschliffen werden! Der Teil des Rumpfes nach der Stufe läuft in einem Winkel von zirka 5° bis 12° nach oben. Dieser Winkel, auch Rumpfschränkung genannt, ermöglicht es beim Gleiten die Nase nach oben zu nehmen, ohne dass das Heck in das Wasser eintaucht und abbremst. Der genaue Winkel hängt wiederum vom Vorbild ab. Bei meinen Walen und der DoX liegt der Winkel bei etwa 5°, was speziell bei kleinen Maßstäben einen feinfühligem Umgang mit dem Höhenruder erfordert, damit das Heck das Wasser nicht berührt. Bei meinem Delfin als anderes Extrem, kommt ein Winkel von zirka 12° zum Einsatz. Ist die Rumpfschränkung zu klein, weil der Rumpf niedriger weitergeführt wird, kann das Probleme beim Abwassern zur Folge haben. Der benötigte Winkel zum Abheben kann nicht erreicht werden. Es wird eine sehr hohe Ge-



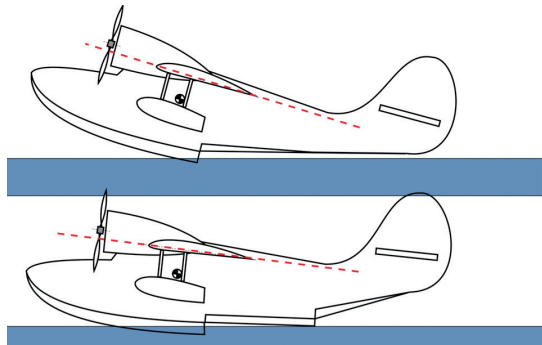
schwindigkeit benötigt, weil die Tragfläche mit einem niedrigen Anstellwinkel ausreichend Auftrieb entwickeln muss. Oder aber das Modell wippt um die Querachse, weil

das Heck immer wieder das Wasser berührt, daraufhin abprallt und durch das eintauchende Vorderschiff wieder nach unten gedrückt wird.



Der vordere Rumpf verläuft in einer harmonischen runden Kurve. Hinter der Stufe verläuft der Rumpf mit zirka 5° bis 12° nach oben

Schränkung des Rumpfes: Ein geschränkter Rumpf erlaubt es, den Anstellwinkel des Rumpfes während der Gleitfahrt zu erhöhen, ohne dass das Heck aufsetzt und erleichtert das Abwassern



Vergleich N25 (5°) zu D702 (12°): Die N25 setzt leichter mit dem Heck auf und muss in Gleitfahrt stärker mit dem Höhenruder unter Kontrolle gehalten werden. Die D702 hat mehr „Bodenfreiheit“ am Heck beim Gleiten



## 4.4 Zusatzstufe oder V-förmige Kielung

Bei Dornier-Flugzeugen fällt auf, dass auf der Hauptstufe welche die ganze Rumpfbreite einnimmt, noch eine kleine Stufe in der Mitte sitzt, die zirka 40 % der Höhe und 50 % der Breite der Hauptstufe hat. Diese kleine Dornier-typische Stufe, auch das „Surfbrett“ genannt, hat eine wichtige Funktion. Sie verringert in der letzten Gleitphase die Auflagefläche auf dem Wasser und hilft dem Flugzeug somit, sich leicht von der Wasseroberfläche zu lösen. Das Gleiche wird zum Beispiel bei einer Catalina durch eine V-förmige Rumpfunterseite erreicht. Beim Abheben wird dabei Schritt für Schritt die Berührungsfläche mit dem Wasser verringert. Ohne das „Surfbrett“ oder einen V-förmigen Kiel können zwei Verhaltensweisen auftreten.

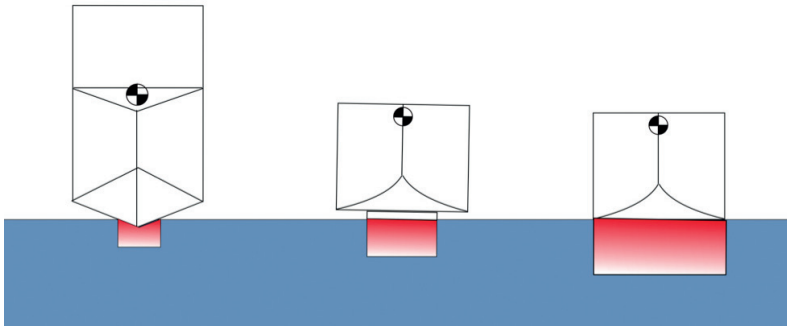
Das Flugzeug löst sich nicht von der Wasseroberfläche: Dieses Problem hatte ich bei meiner EPP Jamara Libray, als ich im Urlaub das erste Mal von der spiegelglatten Wasseroberfläche eines Swimmingpools starten wollte. Bei meinen Flügen zuvor auf dem leicht welligen Wasser des Bodensees war der Start nie ein Problem. Im Pool war das Wasser aber so glatt, dass die Libray zwar ins Gleiten kam aber sich einfach nicht von der Wasseroberfläche lösen wollte. Ein Trick der normalerweise funktioniert, ist dann selbst Wellen zu machen und durch diese hindurchzufahren. Aber das reichte in diesem Fall für die relativ kurze Startstrecke die zur Verfügung stand nicht aus. Ich habe dann auf dem Campingplatz mit einem Teppichmesser einen zirka 5 mm hohen keilförmigen EPP-Streifen, ungefähr 10 cm lang und halb so breit wie der Rumpf geschnitten, aufgeklebt und siehe da – der Start war kein Problem mehr. Gleichzeitig verbesserte sich der Geradeauslauf. Vorher neigte die Libray zum Einhaken mit den Stummeln und zum

„Ringelpietz“. Durch das „Höherlegen“ mit der Stufe während der Gleitfahrt und das zusätzliche Erhöhen der V-Form der Stummel, hat sich der Abstand der Stummelenden zur Wasseroberfläche erhöht und das Fahrverhalten verbesserte sich enorm.

Das Flugzeug startet, klebt aber bis zuletzt auf der Wasseroberfläche: Zum Starten zieht der Pilot stark, das Flugzeug löst sich abrupt und macht einen Sprung nach oben. Der Start sieht aus als ob das Flugzeug über eine Sprungschanze gefahren ist. An sich kein Problem, aber auch nicht elegant. Im Idealfall löst sich das Modell bei zunehmender Geschwindigkeit immer mehr von der Wasseroberfläche und startet in einer schönen geraden und niedrigen Linie weg. Das wird am Besten mit der Zusatzstufe oder einer V-förmigen Kielung erreicht.

Eine V-förmige Kielung hat im Vergleich zur Zusatzstufe den Nachteil, dass sie Spritzwasser erzeugt. Das ist zwar optisch spektakulär, manch ein Modellbauer mag es wenn es richtig spritzt. Allerdings bremst Spritzwasser im Propellerkreis das Flugzeug teilweise ab. Das kann speziell bei zweimotorigen Flugbooten schnell zum Ringelpietz führen, wenn nur eine Seite abgebremst wird.

Ich baue aus persönlicher Vorliebe fast alle meine Modelle mit gerader, flach gekielter Stufe. Egal ob Schwimmerflugzeug oder Flugboot. Bei Flugbooten macht es mir auch besonderen Spaß, mit dem flachen Boden durch Kurven zu driften. Ein V-förmiger Kiel würde mich da nur stören. Das war übrigens bei den originalen Walen auch eine besondere Eigenschaft. Sie konnten mit dem flach gekielten Boden aus der Kurve heraus starten. Das war bei späteren Typen, bei denen ein V-förmiger Kiel eingeführt wurde, nicht mehr möglich.



Surfbrett und V-Kiel: Das Surfbrett oder auch alternativ der V-förmige Kiel reduzieren die Fläche des Rumpfes auf dem Wasser beim Gleiten und erleichtern das Abwassern



Das Surfbrett ermöglicht „gedriftete Kurven“ und den Start aus voller Kurvenfahrt heraus. Das konnte das Original übrigens auch



Sebart Macchi mit V-Kiel: Der V-förmige Kiel verbessert das Startverhalten, erzeugt aber auch Spritzwasser, was bei manchen Modellen störend sein kann, speziell wenn das Spritzwasser den oder die Propeller trifft