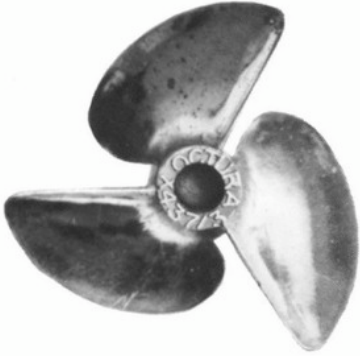


Das dieses Thema ein Fass ohne Boden ist, habe ich erst zu spät gemerkt. Naja, versuchen wir es mal. Dieser Artikel ist sicher nicht vollständig und möchte keinen Anspruch auf absolute Gültigkeit haben. Dazu fehlt mir auch ein bisschen Erfahrung... bis jetzt. Denn das Propellerauswahl Erfahrungssache ist, sollte gleich am Anfang betont werden. Um einige böse Erfahrungen zu vermeiden, kann evtl. hier etwas beigetragen werden.

Um ein Schiff in Bewegung zu bringen, fällt neben den Komponenten Motor, Welle und Motorsteuerung vor allem dem Propeller eine wichtige Aufgabe zu (es gibt viele, die sagen, es ist die wichtigste überhaupt): Er muss die Drehbewegung der Motorwelle in eine Vorwärtsbewegung umsetzen, in dem Falle des Rennbootes noch dazu in eine möglichst schnelle!! Das ist keine einfache Aufgabe, doch bevor man einen richtigen Propeller auswählen kann, sollte man zuerst die Funktion bzw. grundlegende Wirkungsweise verstehen. Dies soll hier beschrieben werden. Da nahezu alle den Prop angehenden Parameter einen sehr hohen Einfluss auf die Fahrdynamik haben, kommt man um ein bisschen Theorie auch in dieser Richtung nicht herum. Kann ja nicht schaden, so das eine oder andere ist hier auch noch nicht beschrieben worden.



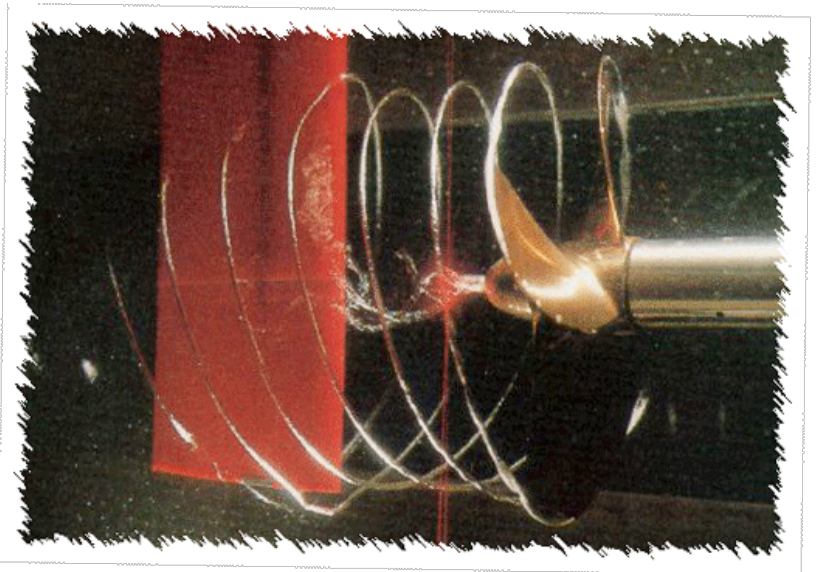
Gleich zu Anfang muss eine ganz wesentliche Unterscheidung getroffen werden, quasi 2 verschiedene Familien, zu denen die Propeller gehören können:

### Vollgetauchte Propeller

Wie der Name schon sagt, arbeitet dieser Propeller komplett getaucht unter der Wasseroberfläche. Hierbei strömt das Wasser über alle Blattflächen, durch die Profilierung der Blätter wird das Wasser auf der Front- und Rückseite unterschiedlich beschleunigt. Dies führt zu einem großen Problem dieses Prinzips, besonders bei hohen Drehzahlen, der Kavitation.

### Kavitation

Dieses Phänomen Kavitation entsteht durch das tragflächenähnliche Profil der Schraube, welches durch die hohe Umfangsgeschwindigkeit speziell am Blattende einen lokalen Unterdruck entstehen lässt. Der Unterdruck erzeugt kleine Hohlräume (Dampfblasen), die sehr schnell wieder kondensieren, also zusammenfallen. Dieses Kollabieren geschieht mit so hoher Geschwindigkeit, dass die entstehenden Druckwellen die Oberfläche der Propeller beschädigen können. Der Effekt nimmt mit zunehmender Drehzahl zu, bis die Schraube quasi in der Luft dreht.



Neben dem Risiko der Beschädigung der Propeller geht durch die Kavitation die Antriebsenergie verloren und mindert so den Wirkungsgrad eines Propellers. Beim Schiffsmodell überwiegen übrigens die Verluste der Antriebsleistung, die zerstörenden Auswirkungen kann man fast nur bei "echten" Schiffsschrauben feststellen. Die Kavitation bestimmt also die Grenze der Kraft, welche die Blattfläche eines voll getauchter Propeller in das Wasser einleiten kann. Auch ist in der Kavitation der Grund zu sehen, warum man bei großen Pöten auch große Schrauben fährt und nicht einfach die Drehzahl erhöht. Eine Schraube besitzt aber immer trotz der Kavitation noch einen Vortrieb, diese Tatsache macht man sich für das zweite Prinzip zunutze, dem:

### Halbgetauchten Propeller :

Hierbei arbeitet die Schraube (im Gleitzustand des Bootes) nur noch halb getaucht, man nennt ihn deshalb auch Oberflächenpropeller oder Hydropropeller (Hydro vom ursprünglichen Einsatz in Hydroplanebooten, also ein "eingedeutscher" Begriff). Auch der Begriff Schlagschraube ist bekannt, da die Schraube erst durch die Luft läuft und dann wieder ins Wasser "schlägt". Daher kommt auch der englische Name "Clever"-Prop (engl. to cleave = spalten, hacken), der Prop "spaltet" das Wasser. Der Begriff der Kavitation wird in diesem Zusammenhang von Modellbauern oft falsch interpretiert. Der Propeller, speziell das Blatt "hyperkavitiert" beim Eintauchen in das Wasser. Die Kavitation wird durch das schnelle Eintauchen des Propellerblattes in das Wasser erzwungen, da das Blatt dabei Luft mitreißt. Der Effekt ist aber gewollt! Beim Eintauchen befindet sich zwischen dem Propellerblatt und dem Wasser entweder Luft oder Wasserdampf, dies

## PROPELLERKUNDE ... von Felix Haas

mindert den Reibungsverlust. Bei Oberflächenprops sollten aus diesem Grund die Blatt-Profile immer in Keilform gehalten werden, während beim voll getauchten Prop das Blatt ähnlich einer Tragfläche profiliert ist. Durch die Keilform kollabieren die Dampfblasen erst hinter dem Blatt, die Übergangskanten an der rückwärts gerichteten Seite sollen immer möglichst scharf ausgebildet werden (ebenso wie die Kanten am Ruder+Turnfin). Eine glatte, polierte Blattoberfläche verhindert das "Festhalten" der Dampfblasen.



Zu den großen Vorteilen eines halbgetauchten Antriebssystem zählt auf jeden Fall der verminderte Strömungswiderstand vom Stevenrohr, evtl. Halterung desselben und Ruderwelle.

Das Prinzip der vollgetauchten Propeller wird überwiegend bei "Funktions"-Modellen (seien es Frachter, Schlepper, Schlachtschiffe, Zerstörer, Passagierschiffe usw.) verwendet. Alle diese Rumpfe sind "Verdränger", der Rumpf verdrängt bei der Fahrt das Wasser, die Schraube läuft voll getaucht. Der Rumpf von (schnellen) Rennbooten ist immer als "Gleiter" ausgelegt, das heißt, während zunehmender Fahrt hebt sich der Rumpf idealerweise komplett aus dem Wasser und "gleitet" dann auf der Wasser-Oberfläche. Nur in dieser Gleitphase arbeitet der halbgetauchte Antrieb optimal, die Auslegung des Antriebes (Höhe der Welle und der Propellermittre) ist auf den Fahrzustand des Voll-Gleitens ausgerichtet. Zur Montage der Antriebsanlage: Idealerweise sollte bei einer gedachten Verlängerung des Kiels nach hinten keinesfalls die Mitte des Propellers unterhalb dieser Linie liegen, eher darüber. (dies gilt nicht unbedingt für Z-Antriebe).

Dem (halbgetauchten) Oberflächenpropeller soll hier mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden, da der Antrieb der Hydro- und Mono-Rennboote sowie bei den meisten "Just-for-Fun-Rennbooten" (Powerbooten) nach diesem Prinzip erfolgt. Auch der Antrieb der echten Powerboote basiert auf diesem Prinzip. Bei dem halbgetauchten Antrieb sind hohe Drehzahlen erforderlich, auch die Form des Props ist eine andere als von vollgetauchten. Halb getauchte Props haben relativ große Steigung, große Blattflächen und große Durchmesser. Der Maximalschub und auch der beste Wirkungsgrad wird erst bei hoher Modell-Geschwindigkeit erreicht. Das geht im Extremfall so weit, dass es Propeller gibt, die ein Boot nicht von alleine aus dem Stand anschieben können und das Boot mit einem Gummiseil erst beschleunigt werden muss (hab ich noch nie gesehen, ist aber vorstellbar). Einen ähnlichen Effekt sieht man auch in der Realität "unserer" Boote, wenn bei dem Kommando "Hebel auf den Tisch" (=Vollstrom/Vollgas aus dem Stand) erst nach einer kurzen Anlaufstrecke die volle Beschleunigung einsetzt. Besonders bei Hydros oft zu beobachten. Bei der halbgetauchten Wirkungsweise dreht ein Blatt immer frei über der Wasseroberfläche, durch das mitgerissene Wasser entsteht dabei der sogenannte, für diese Antriebsart typische "Roostertail", der "Hahenschwanz" aus Wassertropfen.

Das der Wasserschweif zum Vortrieb beiträgt (ähnlich dem Rückstoss-Effekt) ist meiner Meinung nach schwer vorstellbar. Das Wasser wird ja in erster Linie nach oben und nicht nach hinten geschleudert. Eventuell lässt sich mit viel Erfahrung ableiten, wie tief der Prop eintaucht.

### Lift

Bei halbgetauchten Varianten erzeugt der Prop auch eine "Auftriebskraft" (eng. LIFT), die den Prop und damit das Heck des Bootes aus dem Wasser hebt. Das ist durch den fehlenden Widerstand des in der Luft befindlichen Propflügels begründet. Der Propeller will den Weg des geringsten Widerstands gehen und dreht sich quasi aus dem Wasser heraus. Der Lift eines Props ist nicht zu unterschätzen! Besonders durch zu tiefes Eintauchen des Props wird manches negative Fahrverhalten ausgelöst, da der Rumpf dann zu wippen beginnt, auch hier spielt die Art und Weise des Welleneinbaus eine Rolle. Der Lifteffekt führt dann in zweiter Linie noch zu einem weiteren Effekt, der sich "Propwalk" nennt.

### Propwalk

Diese Kraft wirkt gegen die Längsachse des Bootes, wobei der Propeller durch die Paddelwirkung seitlich "weglaufen" will, er schiebt das Heck zur Seite (erkennbar am Seitenzug bzw. Kurvenfahrt bei Vollstrom /Vollgas). Meistens dreht der Props gegen den Uhrzeigersinn (von hinten gesehen), also schiebt er auch das Heck des Bootes nach links und so beschreift das Boot bei Vollstrom /Vollgas u.U. eine Rechtskurve. Lift und Propwalk-Effekte sind abhängig von der Form des Propellers, große Blattflächen erzeugen mehr Lift und Propwalk.

# PROPELLERKUNDE ... von Felix Haas

Den Unterschied zwischen großem "lift" und geringem "lift" seht ihr bei diesen beiden Bildern sehr gut (es sind Propshop Props von Tom Lange, 5014/3 low lift neben 5014E high lift). Die mit der großen Blattfläche erzeugen viel Lift (Thanx an Tom).

## Abhilfe gegen Propwalk

Der Lifteffekt ist zumindest bei sehr frei laufenden Hydro-Booten auf jeden Fall erwünscht (schließlich bedeutet weniger Berührungsfläche auch weniger Reibung und so höhere Geschwindigkeit), der Propwalk dagegen ist nicht erwünscht, weil das Boot eine ungewollte Kurve fährt. Als Abhilfe wird die Welle zumindest bei Mono-Rümpfen einige Grad schräg gegen die Längsachse versetzt. Ausgehend von der normalen Drehrichtung sollte also die Welle nach links um  $0,5^{\circ}$ - $2^{\circ}$  (als Richtwert) heraus stehen. Bei extrem starken Motoren (besonders Benziner  $>6PS$ ) u.U. auch einige Grad mehr.

Um den Propwalk zu minimieren, sollten übrigens die ins Wasser eintauchende Blattkanten absolut scharf sein, stumpfe Blattkanten vergrößern den Propwalk-Effekt! Zuviel scharf geht nicht, nur sollte dann bei der Montage etwas Pflaster bereitliegen...

Zu allem Übel leitet der Prop ein Drehmomenteinfluss in das Boot ein, erkennbar an einem "schief" aussehenden Fahrzustand (oft bei Monos). Um dies zu beseitigen, kann man die Welle außermittig nach links versetzen, auch werden oft die Akkus aus der Mitte heraus bzw. unsymmetrisch (4 Zellen links/3 rechts) platziert. Diese Maßnahmen sind nur in gewissen Grenzen realisierbar und stören das Gleichgewicht, was normalerweise herrschen soll. Da nehmen wir doch die:

## Trimmklappen

Trimmklappen bieten übrigens die einfachste und schnellste Lösung, unterschiedliche Drehmomenteinflüsse durch andere Steigungen/Durchmesser des Props auszugleichen, ist allerdings auch mit Abstimmungstests verbunden. Das die Abrisskante am (Heck und Stufe) möglichst scharf ausgebildet ist, setze ich mal als selbstverständlich voraus... Trimmklappen sind bei Originalbooten aus Gründen der Fahrdynamik notwendig (einzeln angesteuert), bei unseren Modellen sollten sie nicht als rein optische Tuningmaßnahmen angesehen werden. Über Lufttrimmklappen in Kat-Tunneln gibt es nicht viel zu sagen, außer das bei Modellen nicht viele bzw. keine besonders positiven Erfahrungen vorliegen.

Die Drehmomenteinflüsse kann man natürlich sehr elegant durch einen 2-motorigen Antrieb verhindern, wobei die Motoren idealerweise gegenläufig drehen sollten. Das führt dann wieder zu anderen, motortechnischen Problemen (siehe "die Suche nach dem idealen Motor").

Bei Hydro-/Katamaran- (bzw. anderen Mehrumpf-) Booten ist generell die Längsstabilität besser als bei Mono/Hydro/Rigger-Rümpfen. Ein Versatz der Welle oder Platzierung aus der Mitte ist in der Regel nicht notwendig, auch auf Trimmklappen kann man bei Cats/Hydros verzichten.

## Befestigung

Neben den Gewinden M4 (evtl. M5) sind die sogenannten Drive-Dogs eine Alternative (schon wieder ein US-amerikanischer Begriff! "Treibe den Hund" auf Deutsch, sehr witzig ;-)). Der Drive-Dog ist ein Mitnehmer, der auf Propeller-Welle (sicher) befestigt wird (sollte mit Abflachen der Welle + Sicherung der Schrauben mit Sicherungslack einhergehen) und in eine Nut am Propeller eingreift. Der Propeller besitzt eine Bohrung, der Durchmesser der Bohrung gibt gleichzeitig die Größe des Drive-Dog an. Es gibt folgende Abstufungen, durch die Herkunft aus USA sind die Angaben zuerst in Zoll "":  $1/8"$  (3.175mm),  $3/16"$  (4.762mm) und  $1/4"$  (6.35mm). Mit einer Stop-Mutter wird der Propeller axial gegen den Mitnehmer gedrückt und gesichert. Ein Verlust des Props ist bei dem Drive-Dog unmöglich, es sei denn, man verliert das ganze Wellenende mit Propellerwelle.

## Material Kunststoff

Der Markt bietet zwei wesentlich verschiedene Werkstoffe für Propeller an: Kunststoff und Metall. Mittlerweile ist das Niveau der meist faserverstärkten Kunststoffe recht hoch, die Graupner Karbon-Serie wird von vielen Piloten (wenn auch nicht immer im Wettbewerb) verwendet und bietet ein sehr gutes Preis-Leistungsverhältnis. Die Versuche mit verschiedenen Props haben so relativ begrenzte Kosten. Die Kunststoff-Props haben den Vorteil, dass sie nicht gewuchtet werden müssen und bei "Feind- oder Treibgutberührung" schnell unter Blattverlust nachgeben. Das hat dann meist keine nachhaltigen Schäden am Antrieb zur Folge. Angeblich können auch Karbon Props modifiziert werden, damit habe ich aber noch keine Erfahrung. Bei Booten, die sehr schwer und schnell sind (ab 30 Zellen aufwärts, 2-motorige Kats  $>10kg$ ) sind Kunststoffprops bei Rauwasser zu instabil und brechen, da helfen nur Metallprops.

## Material Metall

Metallpropeller (meist Bronze oder Stahl, u.U. auch Alu) haben Nachteile, zu denen der hohe Preis zählt wie auch die u.U. aufwendige Vorbereitung auf den Betrieb in Form von Bearbeiten, Auswuchten und Polieren. Bei Drehzahlen von ca. 20.000 /min führen kleine Gewichtsunterschiede bzw. Unwuchten mittelfristig zum Exitus der Wellenlagerung. Selbst kurze Probefahrten mit nicht gewuchten Metallprops sollten besser unterlassen werden. Nach Feindberührung müssen Metallprops u.U. nachgearbeitet werden, zumindest sollten sie kurz auf Unwuchten kontrolliert werden. Die Verformungen von Blättern hat meist größere Folgen und ist nicht immer sichtbar. Neben diesen Nachteilen besitzen Metallprops einen entscheidenden Vorteil: Metallprops sind mit verschiedenen Steigungen erhältlich, können selbst modifiziert werden und sind im Wettbewerb robuster. Manch ein Wettbewerb wurde schon mit einem leicht beschädigten Metallprop

# PROPELLERKUNDE ... von Felix Haas

gewonnen, mit beschädigtem Kunststoff Prop kann ich mir das nicht vorstellen, da fliegt dann gleich ein Blatt komplett weg oder die Beschädigung ist zu groß. Das Auswuchten muss man nicht nur auf den Prop beschränken, sondern bezieht auch die (starre) Welle und die Kupplung mit ein!

## **Kennwerte, oder was ist entscheidend?**

Die Umsetzung der Dreh- in eine Vorwärtsbewegung geschieht durch die spezifische Form des Propellers, dabei sind mehrere Faktoren für die Wirkungsweise verantwortlich.

### 1. Durchmesser

Der Durchmesser wird zwischen den Blattspitzen gemessen, auch der Durchmesser der Nabe spielt eine (minderwertige) Rolle.

### 2. Steigung

Die Steigung ist mathematisch gesehen ein Verhältnis zweier Strecken, in diesem Falle dem Verhältnis von Durchmesser zu Hub. Die eigentlich falsche Gleichsetzung von Hub und Steigung hat sich aber eingebürgert. Der Hub (engl. pitch) bezeichnet den Weg, den die Schraube theoretisch bei exakt einer Umdrehung zurücklegt. Theoretisch deshalb, weil immer ein Teil der Leistung durch "Schlupf" verloren geht.

### 3. Blattzahl

In der Regel werden bei Modellbooten 2-Blatt verwendet, auch 3-Blatt Props sind gebräuchlich, mehrblättrige z.B. 4- oder 5-blättrige gehören eher zu den Exoten.

### 4. Blattfläche

Die Größe der Blattfläche hat einen Einfluss auf den Schub bzw. "Schlupf" des Propellers sowie den "Lifteffekt".

### 5. Profil

Profil und Profildicke haben Einfluss auf den Wirkungsgrad eines Propellers.

### 6. Werkstoff

Der Werkstoff gehört streng genommen nicht zu den Kenngrößen. Er beeinflusst diese aber und wird deshalb mit genannt.

### 7. Bootstyp

Was man in diesem Zusammenhang auch mal sagen muss: Je nach Bootstyp/Rumpftyp sind verschiedene Forderungen zu erfüllen. So sollte zum Beispiel beim Outrigger ein Propeller das Heck anheben, also "Lift" haben. Ein Katamaran (insbesondere mit flachen Gleitflächen wie die Drifter) benötigt nur wenig Lift. Hier spielt natürlich auch wieder die Art des verwendeten Motors eine Rolle.

Auch der Wirkungsgrad (das Verhältnis Wellenleistung zu Fahrleistung) ist von diesen Parametern direkt abhängig, muss aber im Zusammenspiel mit dem Antrieb (Motor, Drehzahl, Verlauf des Drehmoments..) gesehen werden. Dabei stößt der Modellbauer meist schnell an die Grenzen seines Wissens über den Motor, oder wer weiß schon von vorne herein, wie hoch der Motortyp X unter Last bei welchem Propeller zieht? Nach den ersten Fahrten kann man mittels dem Motor-Datenblatt und dem berechneten Stromverbrauch zurückrechnen. Durch möglichst genaues Studium einer Motorkennlinie kann man eine gewisse Vorauswahl bezüglich Laststrom/ Zellenzahl / Propgröße treffen. Siehe auch weiter unten. Eine einfache, sehr grundsätzliche Formel zur Berechnung der Endgeschwindigkeit zeigt dabei ausschließlich den Einfluss von Durchmesser und Steigung:

$$(\text{Durchmesser (mm)} \times \text{Steigungsfaktor} \times \text{Lastdrehzahl} \times 60) / 1.000.000 = V \text{ max (theoretisch)}$$

In der Realität liegt die Höchstgeschwindigkeit bei ca. 70% von diesem Wert. Die Abweichung ist durch Schlupf und Verluste bedingt.

Wie sieht nun die Realität aus? Man bekommt Hinweise aus der Bauanleitung/ Rat von Freunden oder man probiert aus eigener Erfahrung einfach mal aus. Nach ein bisschen Probieren wird die erreichte Fahrleistung akzeptiert. Dabei steckt in einem Propeller oft Optimierungspotential und die Suche gestaltet sich evtl. aufwendig (auch kostenintensiv), aber es

## PROPELLERKUNDE ... von Felix Haas

hilft nur eins: PROBIEREN. Da diese Erkenntnisse durch Erfahrung unter Umständen teuer erkaufte werden, sollte man wenn möglich einen Kontakt zu Gleichgesinnten suchen. Sei es durch Aufsuchen der "Teams vor Ort" oder mal ein bisschen auf die Abstimmungshinweise ähnlicher Boote im Forum oder den Reviews schauen. Wenn man mit mehreren Leuten am See auf einen gemeinsamen "Propeller-Pool" zugreifen kann, senkt das die Kosten für den einzelnen, speziell bei Metallprops.

Meist beschränkt sich die Propellersuche des Rennbootfahrers auf die Auswahl verschiedener Kunststoffprops, wobei die Auswahl von Graupner sich prinzipiell auf verschiedene Durchmesser bei gleichbleibender Steigung beschränkt. Die 3-Blatt Props von Graupner sind leider noch nicht in größeren Durchmessern erhältlich.

Die einzige Methode zur Beurteilung der Propeller sind Fahrversuche, Prüfstände wie bei den Kollegen der fliegenden Zunft sind im Wasser und Verwendung von Oberflächenprops nicht realisierbar. Bei ernsthaften Propeller Tests muss darauf geachtet werden, dass alle sonstigen fahrdynamischen Parameter wie z.B. Anstellwinkel der Welle, Trimmklappen (aber auch sekundäre wie Wind, Wellen) möglichst gleich gehalten werden (also besorgt Euch mal einen Windschutz für

Euren See ;-). Die Geschwindigkeit sollte gemessen werden, dazu eignet sich ein Staudruckmesser (z.B. von Gundert). Eine elegante Methode ist die Messung mittels kleinem Hand-GPS-System. Dieses Gerät wird im Boot befestigt und nach der Fahrt die maximale Geschwindigkeit abgelesen. Die Stoppuhrmethode (Zeitnahme einer Messstrecke) ist alleine schwer durchführbar, also zwei Kumpel (und nicht vergessen: Dosenbier) mit zum See nehmen. Die Genauigkeit der Messung steigt mit der Anzahl der Messungen, sinkt aber rapide wieder mit der Menge an Dosenbier. Die Gesamtfahrzeit muss notiert werden, am Besten stellt man nach jeder Fahrt ein Messprotokoll aus. Aus der Fahrzeit lässt sich der Stromverbrauch errechnen.

Formel: Kapazität des Fahrakkus in Ah  $\times$  60 / Fahrzeit in Minuten = Laststrom in A.

Mit dem berechneten Laststrom lässt sich, soweit vorhanden, in einem Kenndatenblatt des Motors die Drehzahl bestimmen. An dem Laststrom lässt sich weiterhin abschätzen, ob der Motor noch "Potential" hat, welches man mit einem größeren Prop / Prop mit mehr Steigung nutzen kann.

Wenn man keinerlei Tipps zum Propeller, keine Rennbootfahrenden Freunde oder null Ahnung vom Rennboot hat (liest man diese Hinweise, trifft das ja eigentlich schon nicht mehr zu), sollte man zunächst mittels einer groben Auswahlhilfe zumindest die Größe festlegen.

### **Durchmesser:**

Als Richtwert für die Anfangsgröße des Props kann auch die Tabelle verwendet werden, die unter "Suche nach dem idealen Motor" zu finden ist. Eine recht "konservative" Tabelle richtet sich dabei eher nach der Zellenzahl, als nach dem Motortyp:

Zellenzahl Propeller

7-8 33 - 37,5 Karbon

12-14 37,5 - 42 (45) Karbon

20-24 42 - 48 (51) Karbon

30 Ab 51 Karbon

Die erste Zahl gibt an, mit welcher Größe man beginnen kann...

Bei auffälligen Alarmzeichen wie platzende Akku-Schrumpfschläuche oder ultraheißen Motorgehäusen verbietet sich jede weitere Steigerung des Durchmessers von selbst, dazu habe ich schon mal aufklebbare Temperaturfühler gesehen, ist natürlich "edel".... Die Temperatur sollte also nach JEDER Fahrt mit geändertem Setup kontrolliert werden.

Es ist aber möglich, den Durchmesser selbst zu modifizieren. Durch Abnehmen an den Blattspitzen wird der Durchmesser verringert.

Steigung: Meistens wird das Steigungsverhältnis angegeben, also der rein theoretische Weg, den die Schraube bei einer Umdrehung zurücklegt geteilt durch den Durchmesser. Zum Beispiel: 84mm Weg bei 60mm Durchmesser = Steigung von 1,4. Das Maß der Steigung ist nicht genauso frei wie der Durchmesser variierbar, das ist zum einen herstellerbedingt zum anderen auch technisch sinnlos. Zum Beispiel sind Steigungen über 2 sehr kritisch bezüglich des Anfahrverhaltens. Bei den Karbon-Props ist die Steigung einer ganzen Serie identisch, sie liegt bei 1,2 bis 1,25. Metallpropeller haben

meist eine höhere Steigung, je nach Hersteller sind 1,4 bis 1,6, in Ausnahmefällen sind sogar 2 und 3 erhältlich.

Monorümpfen sind ohne Erfahrung mit Steigungen bis 1,4 zu betreiben, alles darüber ist am Anfang nicht sinnvoll, die Belastung des Motors wird eventuell zu groß. Nichts ist deprimierender, als bei der ersten Fahrt einen Motor, sei er auch relativ "billig", durch zu hohe Belastung zu "schrotten" (das ist aber nicht nur deprimierend, sondern auch eventuell kostspielig) Auch "Edelmotoren" lassen sich in die ewigen Jagdgründe schicken!

Hydros und Outrigger vertragen meist höhere Steigungen, dies ist auch ein Frage des Lifteffektes. Eine zu hohe Steigung ergibt eine erschwerte Anfahrt des Bootes bis in den Gleitzustand. Auch hier lieber mit wenig anfangen und langsam steigern. Wenn bei Verbrennern der Motor beim Hochdrehen bzw. Beschleunigen abstirbt, war oft die Steigung zu hoch. Die E-Motoren sind da nicht so empfindlich, sie ziehen sich die Elektronen bis zum Umfallen rein. Das bedeutet dann in Folge, dass entweder der Regler oder der Motor vor der Elektronenflut kapituliert. Auf deutsch, einer von beiden stirbt den Hitzetod! Das sieht dann so aus wie links zu sehen.

Es gibt einige Drehzahlregler, die eine thermische Abschaltung besitzen, wenn aber der Regler genug Saft liefert, geht dann eher der Motor "übern Jordan". Das sind je nach Bauart irreparable Schäden!. Bei sehr hohen Drehzahlen und kleinen Drehmomenten lieber Props mit weniger Steigung verwenden. Bei niedrigen Drehzahlen und genügend Drehmoment kann man mit höherer Steigung fahren. Das Abnehmen der Blattfläche "von hinten" (siehe nächste Seite) verringert die Steigung.

## **Blattfläche**

Je größer die Blattfläche, umso höher auch der Lifteffekt, aber auch der Propwalk und das Drehmoment. Hier gibt es selten was zum Auswählen beim Prop-Kauf, es gibt aber Anbieter für Props mit viel und wenig Lift bei gleichem Durchmesser, siehe oben. Es ist aber möglich, die Blattfläche selbst zu modifizieren. Durch Abnehmen an den Blattspitzen wird z.B. der Durchmesser verringert. Durch Abnehmen der Blattfläche von hinten wird also nicht nur die Steigung verringert, sondern auch gleichzeitig die Blattfläche kleiner, also weniger Lift erzeugend (siehe Pfeile).

## **Blattzahl**

Je mehr Blätter der Prop hat, umso geringer wird das Drehmoment, welches in das Boot eingeleitet wird. Auch der Propwalk sollte geringer werden. Der Durchmesser sollte allerdings etwas kleiner als der des entsprechenden 2-Blatt-Props gewählt werden. Nachträgliche Änderung ist logischerweise nicht möglich. In Kunststoff sind 3-Blatt-Props von Graupner nur bis 42mm Durchmesser und nur mit M4 Gewinde erhältlich. Octura bietet die Metallprops aus Bronze-Beryllium-Legierung auch mit drei Blättern an, bei Propshop gibt es auch 3-5 blättrige Varianten. Ob mehr als 3 Blätter Sinn machen, kann ich nicht entscheiden. Mehrblattprops erzeugen oft ein etwas "melodischeres" Fahrtgeräusch.

ACHTUNG: Metallprops selbstverständlich nach jedem Bearbeiten neu wuchten+polieren.

ACHTUNG: MEINE TIPS ZUR MODIFIKATION DER PROPELLER SIND VON JEDEM AUF EIGENE VERANTWORTUNG DURCHFÜHREN. ES SIND SICHERHEITSTECHNISCHE ASPEKTE ZU BERÜCKSICHTIGEN, BEI HOHEN DREHZAHLEN SIND BRECHENDE PROP-BLÄTTER u.U. GEFÄHRLICHE GESCHOSSE! DAS BEARBEITEN VON METALL UND KUNSTSTOFFPROPS SETZT GEWISSE GRUNDKENNTNISS UND AUSTRÜSTUNG VORAUS.

Übrigens, auch die originalen Offshore oder Inshore Powerboote fahren nahezu ausschließlich mit Mehrblattprops, 4 oder 5 Blätter, wie man sehen kann.

## **Props bearbeiten:**

Zuerst ein Hinweis von Andre Abtmeyer, einem Experten für Verbrenner-getriebene Powerboote:

Zum Bearbeiten hat sich nach meinen persönlichen Erfahrungen die "Powerfeile" von Proxxon bewährt. Proxxon bezeichnet das Ding als Bandschleifer. Das sehr schmale Schleifband wird auf der einen Seite geführt und ist auf der anderen Seite lose. Diese lose Seite passt sich beim Schleifen der Proprückseiten der Oberfläche an. Damit erzielt man die

besten Ergebnisse. Auch das Schärfen geht damit hervorragend.

Zum Auswuchten nehme ich die Props immer auf einen Auswuchtdorn, den eigentlich die Flieger Verwenden. Ist einfach nur eine kleine Gewindestange mit spitzen Enden und 2 kegeligen Schraubstücken zum Befestigen des Props.

## PROPELLERKUNDE ... von Felix Haas

Mit diesem Auswuchtdorn kann man aber den Prop einfach zwischen 2 Fingern drehen lassen, man merkt sofort, ob der Prop noch unwuchtig läuft. Der Prop muss nämlich nicht bis auf das 100stel gramm genau gewuchtet sein. Dieses Auswuchten ist eh nur statischer Natur, das dynamische Moment, welches bei leicht unterschiedlichen Blattformen entstehen kann, bekommen wir sowieso nicht raus. Wenn der Antrieb und die Propwelle nicht unterdimensioniert sind, kommt es beim Wuchten nicht auf den letzten Schnaps an.

Ihr Elektrofahrer fährt zwar höhere Drehzahlen, aber glaube mir, wenn ein 90mm Prop bei 16.000 rpm unwuchtig wäre, würde er mehr Schaden anrichten als bei Euch. Und bisher gab's noch nie Probleme. Übrigens verkauft MTC diese Auswuchtdorne für 'ne kleine Mark. Damit kann man sich in meinen Augen die teuren Auswuchtgeräte schenken.

Soweit Andre, danke nochmal, an dieser Stelle.

Meine persönlichen Tips für die, die auf dem Gebiet nicht so viel Ahnung haben (hab ich auch schon mal verbreitet):

Einen Dremel oder ähnliches Gerät (Bohrmaschine ist zu grob+schwer) muss man schon haben, mit Schleifpapier ist es zwar denkbar, aber viel zu mühsam !!! Als Schleifscheiben habe ich jetzt ausschliesslich weisse Schleifpolierkörper benutzt, gibt es im Baumarkt beim Dremel/Proxxon Zubehör, sind ca. 5 Stück in einer Packung, üblicher Durchmesser ca. 2cm und 6-7mm dick. Eigentlich glaube ich als Acryl/Plexiglas Polierkörper gedacht. Diese Schleifkörper nehmen nicht allzu viel Material weg, das betrachte ich als Vorteil.

Dann zuerst die Kanten scharf gemacht, wie gesagt, immer von der Rück- also "Saugseite" arbeiten. Dabei gleichmässig die ganze Kante abfahren, mässigen Druck, Prop dabei gut festhalten. Den Dremel einspannen kann nicht schaden, geht aber auch so.

WICHTIG: Immer mit ablaufendem Schleifkörper arbeiten, sonst fetzt es auch mal den Prop aus den Fingern. Wenn die dann scharf sind, kann Blut fließen! Nicht zu viel wegnehmen, sonst habt ihr ne Kerbe an der Stelle.

Die Octura-"Rohlinge" müssen flächig erstmal geglättet werden, auf der Druckseite nur vorsichtig bearbeiten. Die Propshops benötigen keine "Glättung".

Nachdem die Kanten scharf (und die Blätter glatt) sind, auf die Wuchtbank. Tiefste Stelle auf der vorderen Blattseite mit Edding markieren, dann auf der Rückseite an der entsprechenden Stelle gleichmässig das Blatt komplett dünner schleifen. Aber wirklich gleichmässig! Besser an der Blattwurzel wegnehmen, nicht an der Blattspitze. Zwischendrin mal kurz auf die Wuchtbank. Das macht man, bis der Prop nicht mehr zu einer Stelle pendelt. Am Ende habe ich die Rückseite mit feinem Schleifpapier nass abgeschliffen, eventuell nochmal nach bzw. feinwuchten, auch mit Schleifpapier, je nach Stärke der Unwucht.

Dann kann poliert werden. Dazu gibt es Poliersätze im Baumarkt für Bohrmaschinen. Die sind natürlich für die kleinen Props etwas "heavy". Also selber machen:

M3 Gewindestange oder Schraube (30mm) nehmen, dazu möglichst grosse Unterlegscheiben oder sonstige Metall- oder stabile Kunststoff-Scheiben mit kleiner Bohrung für die Stange/Schraube. Dann eine alte Jeans zerschneiden, so ca. 6-7 cm (Durchmesser) runde Stücke ausschneiden. Davon ca. 3-5 Stück, etwa mittig auf die Gewindestange/Schraube gespiesst. Die Scheiben von beiden Seiten drauflegen und mit Muttern das Ganze fest verschrauben. Sollte logischerweise am Ende der Gewindestange platziert sein. Das dann in den Dremel geschraubt und --- VORSICHT, am besten vor die Haustür gehen oder in den Keller --- anschalten. Was passiert? Alle Fasern quer zur Laufrichtung fliegen in alle Richtungen weg! Nach ein paar Minuten Laufzeit bleiben nur noch die durch die Scheiben eingequetschten Fasern übrig und fertig ist die feine Polierscheibe!

Mit Polierwachs geht das dann ganz gut, wo man das Wachs ohne Polierset bekommt, weiss ich nicht. Müsste man im Baumarkt mal nachschauen.

ACHTUNG:

Beim Arbeiten aufgrund des feinen Staubs (die Firma Octura verwendet das giftige Beryllium in seinen Legierungen) sollten bei allen Schleifarbeiten Mundschutz und Gummihandschuhe verwendet werden!

Viel Spass

Felix