

RED.SHIP. Fachredaktion



Fachbeitrag, veröffentlicht in
SCHIFFS-MODELL 11/2001 / Neckar-Verlag :

PEGGY - Elektro-Antriebseinheit

PB0590
© H. Harhaus

!!! © Copyright beachten !!!

**Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt !!
Sie dürfen nicht kopiert, verwendet oder veröffentlicht werden !!**

PEGGY - die Elektro-Antriebseinheit

In der Ausgabe SchiffsModell März 2001 konnte ich das Modell PEGGY mit Dampf-Antriebseinheit vorstellen. Das gesamte Antriebsmodul, also von der Gas-Kartusche über Brenner, Brennerregelung, Kessel bis zur Maschine und dem anschließenden Ölabscheider, war auf einem Rahmen zu einer eigenständigen Antriebseinheit zusammengefaßt gebaut worden. Diese Einheit ist komplett und mit wenigen Handgriffen aus dem Modell zu entfernen. Das vereinfacht den Einbau und ganz besonders die laufende Wartung.



Neben der Dampf-Antriebseinheit wurde auch noch die Elektro-Antriebseinheit in diesem Beitrag erwähnt, die es ebenfalls für PEGGY gibt. Daraufhin erreichten mich zahlreiche Zuschriften und Anrufe, die mehr dazu wissen wollten - deshalb hier der kleine Nachtrag:

Nun, einen Elektromotor mit Peripherie in ein Trawler-Modell einzubauen, ist sicherlich keine Heldentat. Aber über das "was" man einbauen sollte, läßt sich schon Wissenswertes berichten. Deshalb will ich hier auch nicht Selbstverständliches wiederholen, vielmehr die Besonderheiten bei genau dieser Antriebsvariante herausstellen.

Konstruktiv wurden die Komponente Motor, Fahrtregler und Akku auf dem gleichen Rahmen plaziert, wie er auch als Träger für die Dampf-Anlage gebaut wurde: 50 cm lange Winkelprofile wurden mit einer Breite von 6,6 cm parallel verschraubt. Die vier Bohrungen sind selbstverständlich auch identisch, damit paßt der Rahmen auf die Montage-Bolzen im Rumpf. Die Wellenhöhe sowohl vom E-Motor wie auch von der Dampfmaschine sind identisch, passen in die gleiche Kupplung.

Ziel des Konzeptes war, eine möglichst lange Fahrtzeit zu realisieren. Hätte man den Schwerpunkt auf "Tempo" oder "Gewicht" legen müssen, wäre die Einheit sicherlich anders ausgefallen. Diese Attribute passen aber nicht zu einem Trawler, so lautete die Devise: "Seeausdauer einen ganzen Tag, mindestens".

Für die Planung grundsätzlich notwendig: die zu installierende Antriebsleistung. Das läßt sich mit "Probieren" rauskriegen, was den Vorteil hat, sich nicht verrechnen zu können. Das läßt sich aber auch, wenn man genügend Daten hat, rechnerisch ermitteln, was den Vorteil hat, nicht 3 oder 5 Motoren einbauen und durchmessen zu müssen.

In diesem Fall ging's auch mit Rechnen, denn wir brauchten, und das war auch bekannt:

Modell-Länge: A = 1,22 m
Modell-Breite: B = 0,235 m
Modell-Tiefgang: C = 0,1 m
Modell-Gewicht: Z = 10,3 kg
Modell-Maßstab: M = 1:24

Modell-Geschwindigkeit: F = 1,3 m/sec
Völligkeits-Faktor DELTA: D = 0,36

Die Modellgeschwindigkeit errechnet sich aus der Originalgeschwindigkeit und dem Maßstab mit der Formel nach Froud:

$$F = \frac{\text{Vorbildgeschwindigkeit}}{\sqrt{\text{Wurzel aus Maßstab}}}$$

$$F = \frac{6,17 \text{ m/sec}}{\text{Wurzel aus } 24}$$

$$F = 1,259 \text{ m/sec}$$

Der Wert DELTA für die Völligkeit errechnet sich aus den Rumpfmaßen und dem Gewicht:

$$D = \frac{\text{Modellgewicht}}{\text{Länge} * \text{Breite} * \text{Tiefgang} * 1000}$$

$$D = \frac{10,3 \text{ kg}}{1,22\text{m} * 0,235\text{m} * 0,1\text{m} * 1000}$$

$$D = 0,3593$$

Die Antriebsleistung errechnet sich nach der Formel:

$$V = (D+3) * F^3 * \text{Wurzel aus } Z$$

$$V = (0,3593+3) * 1,259^3 * \text{Wurzel aus } 10,3$$

$$V = 3,3593 * 1,9956 * 3,2094$$

$$V = 21,51 \text{ Watt}$$

Das ist die Leistung, die am Propeller abgegebene werden muß, die wirklich auf's Wasser wirkt. Jeder Propeller hat aber nur einen Wirkungsgrad von rund 50%. Also muß man die doppelte Leistung in den Propeller hineinstecken. Nun sind wir schon bei

$$21,51 * 2 = 43,02 \text{ Watt.}$$

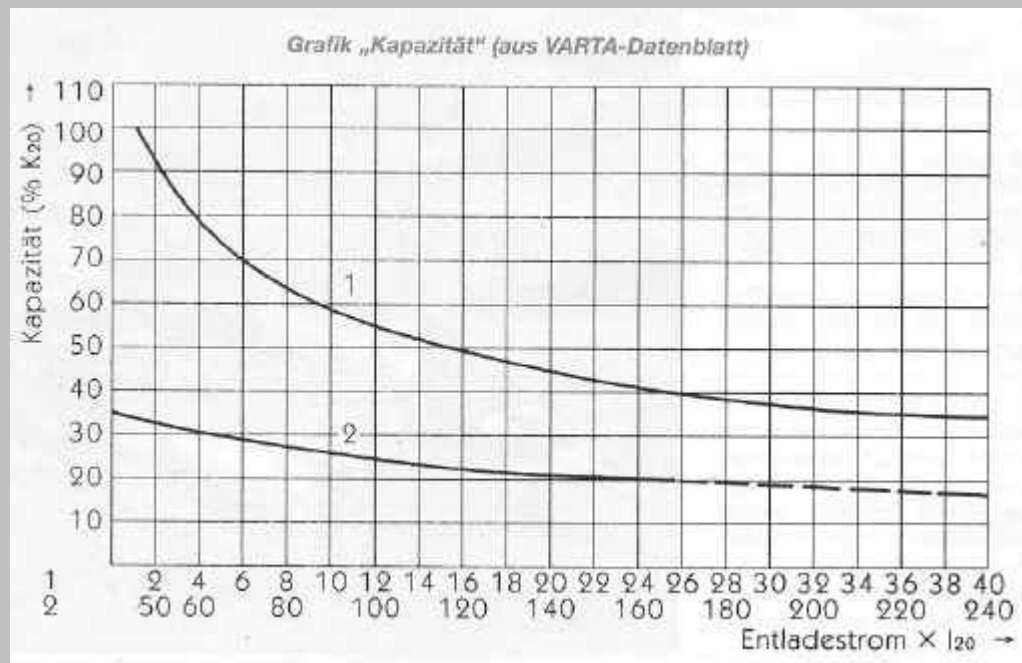
Das ist das, was der Motor nun wiederum abgeben muß. Aber auch ein E-Motor hat bestenfalls nur 80% Wirkungsgrad im besten Bereich. Der Motor muß also eine höhere Leistung aufnehmen:

$$43,02 : 0,8 = 53,8 \text{ Watt.}$$

Im 12-V-Netz fließt dafür also ein Strom von 4,5 A ($53,8\text{W} : 12\text{V} = 4,5\text{A}$), um dieses Modell in geplante Fahrt zu bringen.

Nächstes Problem ist der Akku. Auf den dicken schwarzen Kisten (Blei-Gel-Akku) steht immer eine vielversprechende Angabe: die Kapazität in Amperestunden, z.B. 12V 7 Ah. Nun glauben die meisten, daß diesem Akku auch 7 Ah zu entnehmen wären - was ja z.B. bedeuten würde: 7 Ampere über eine Zeit von 1 Stunde. Dem ist aber nicht so! Denn die angegebene Kapazität ist für einen erheblich kleineren Strom angegeben und bemessen - je nach Akku-Typ nur für 1/10 oder 1/20 des aufgedruckten Wertes (I_{10} oder I_{20}), dafür dann über 10 bzw. 20 Stunden. Im Klartext: Wenn unser Motor den o.g. Akku mit 7 A belastet, ist er schon erheblich schneller "platt", als erst nach einer Stunde Fahrzeit!

Also wird die kalkulatorische Fahrzeit so aussehen: Wir müssen rund 5 A dem Akku entnehmen. Die Nennkapazität ist aber nur 0,35 A (I_{20}). Wir belasten den Akku folglich mit dem 14-fachen Entladestrom ($5A : 0,35 = 14,28$). Laut der Grafik stehen beim 14fachen Wert nur noch 52% der Kapazität zur Verfügung.



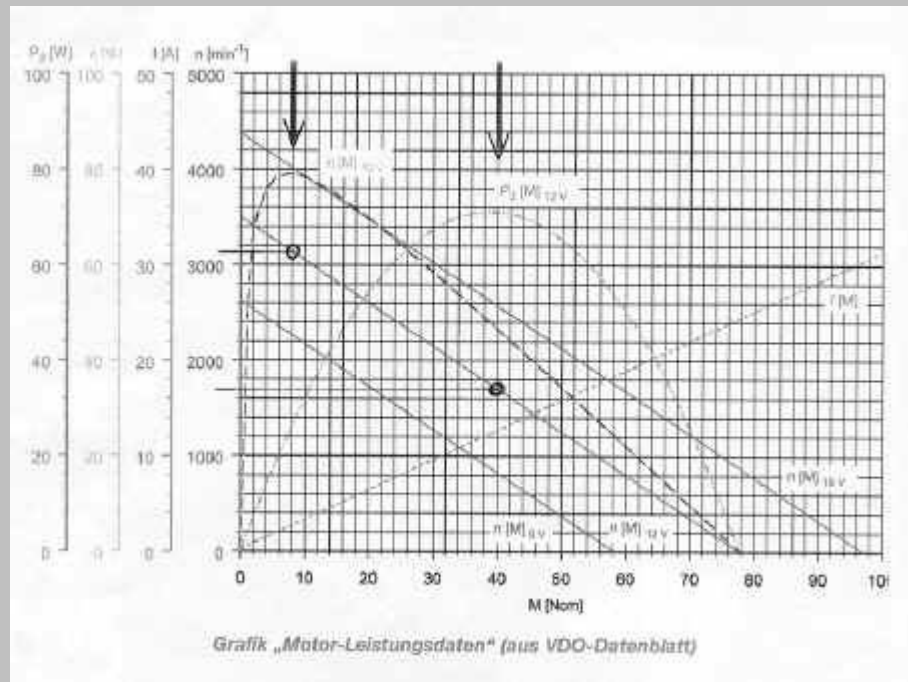
Im Klartext: auch wenn auf unserem Akku 7 Ah draufstehen, wir können ihm nur rund 3,5 Ah entlocken!!!

Gebot unserer Planung war "lange Fahrzeit". Folglich muß ein Regler als nächstes in die Planung, der ebenfalls einen guten Wirkungsgrad hat. Die altmodischen Widerstandsregler sind somit sofort geoutet, da die den Strom nur in Wärme umsetzen - eine Heizung wollten wir aber nicht ins Schiff einbauen. Die nächste Generation mit der langsamen Taktfrequenz von 50 Hz ist nur verwendbar, wenn man einen vielpoligen Motor damit ansteuert. Am besten sind natürlich die modernen Hochfrequenzregler mit 3 oder 5 kHz - das sind die, die bei "Halbgas" so schön piepsen.

Beim Motor kann man bei der Verwirklichung solch eines Konzeptes viel falsch, aber auch viel richtig machen: Dazu schauen wir uns mal die Leistungskurve eines Motor an. Diese Kurve ist typisch für alle vielpoligen Motoren dieser und ähnlicher Bauart:

Da gibt es a) die "Leistungskurve". Man sieht sehr deutlich, daß der Motor nur in einem kleinen Bereich seine volle Leistung bringt und abgeben kann. (Wenn man auf "Tempo" konzipieren will, sollte der Motor in diesem Bereich betrieben werden.)

Dann gibt es b) die "Wirkungsgradkurve". Hier erkennt man, in welchem Bereich der Motor die ihm zugeführte elektrische Leistung am besten in mechanische Leistung umsetzen kann. Im Maximum nutzt der Motor also die im Akku mitgeführte Leistung am wirkungsvollsten aus.



Das ist, bei dieser Zielsetzung, der anzustrebende Betriebsbereich!

Man sieht aber auch ganz deutlich, daß die Bereiche für "Leistung" und "Wirkungsgrad" recht weit auseinander liegen. Da hier der "Wirkungsgrad" die Priorität hatte, wurde ein Motor ausgesucht, der die notwendige Leistung (oben errechnet) in diesem Betriebsbereich abgeben konnte: der VDO-Drehmomentbär 48-50 / 21892.

Diese notwendige Leistung hätte auch ein kleinerer Motor gebracht. Dieser hätte die Leistung aber nur bei einer anderen (langsameren, da weitaus mehr belastet/"gebremst") Drehzahl im höheren Leistungsbereich abgeben können. Aber bei der niedrigeren Drehzahl ist der Wirkungsgrad erheblich schlechter, unser eingekellerter Strom wäre viel schlechter ausgenutzt worden. Mit diesem relativ großen Motor hat man einen erheblich besseren Wirkungsgrad, weil er schneller (weniger belastet) drehen kann; man kann folglich länger mit der gleichen Energie fahren.

Als letztes muß dann noch der Motor dem Propeller angepaßt werden. Laut maßstäblicher Vorgabe ist ein 70-mm-Prop zu montieren. Die üblichen Metallpropeller haben ca. 80% Steigung. Wenn sich der 70er-Prop ein Mal dreht, schneidet er sich im Wasser -theoretisch- 56 mm vorwärts. Das aber nur theoretisch, weil Wasser nachgibt. Man kann mit 50% Verlust rechnen, also kommt er bei einer Umdrehung keine 56 mm, sondern nur 28 mm weit.

Wir wollen, laut obiger Berechnung, 1,3 Meter pro Sekunde vorwärts kommen. Das sind 78 Meter pro Minute ($1,3 \cdot 60 = 78$).

Mit einer Umdrehung schiebt der Prop das Modell 0,028 m weit vorwärts.
Folglich muß der Prop pro Minute 2786 Mal turnen ($78 : 0,028 = 2785,7$).

Da der Motor im Nennlastbereich 3020 U/min. macht, das ist der Bereich, in dem er seine größte Leistung abgeben kann, wir ihn aber nur im Bereich des besten Wirkungsgrades laufen lassen, ist mit einer Drehzahl von 3800 U/min. zu rechnen. Da wir aber nur 2786 U/min. haben müssen, können wir ihn etwas untersetzen, nämlich rund 1:1,4.

Ein kleines Zahnriemengetriebe mit den Zähnen 14 auf 20 reduziert somit die Motordrehzahl auf die notwendige Propellerdrehzahl und die Anlage ist perfekt.

Theorie und Praxis: Fehlt nur noch der Test und seine Ergebnisse:

Mit diesem Antrieb hat das Modell die optimale Seeausdauer: Reine Vollgasfahrt über eine Stunde; mit den üblichen Betriebspausen beim Schwätzen, Manövrieren und Spielen kommt man dann schnell auf 4 Stunden Betriebszeit. Gemessener Strom: 4,3 A bei einer Geschwindigkeit von 1,4 m/sec.

... paßt ...

Herz, was willst du mehr!

Nach dieser Vorgehensweise rechnen Sie doch auch mal den Antrieb Ihres Modell durch. Sie werden sehen, daß man mit dem gleichen Akku auch weiter kommen kann - wenn man's richtig macht: durch ökonomische Überlegungen!

Bildergalerie



[zurück](#)