



# "CARINA"

## Baubericht von Hellmut Kohlsdorf

*So, endlich werde ich mich der Mühe unterziehen den Baubericht der Carina, früherer Projektname Voilier Light zu erstellen und zu veröffentlichen. Der Baubericht erfolgt chronologisch und spiegelt den iterativen und investigativen Stil wieder. Ich fürchte mein Stil wird einige stören, aber ich kann es nicht besser und hoffe er ist trotzdem für einige von Interesse.*

### Der Beginn:

Die Carina wird nach dem beim vth-Verlag gekauften Plan gebaut:

<http://www.vth.de/shop/modellbau.html> // [Voilier](#) Dort auf links auf "Schiffsmodelle" klicken, dann rechts auf "Segelyachten und dann den Reiter "3" klicken, die Voilier ist das 5. Modell! Der Lieferumfang ist ein DIN A0 Blatt, und das war's!

Ich wollte eine klassische Segelyacht, einen Langkieler bauen und da hat mir die Voilier einfach gut gefallen. Das DIN A0 Blatt zeigte ein Draufsicht, eine Ansicht von vorne und eine Seitenansicht im Maßstab 1:3. Der Spantenriss ist im Maßstab 1:1 und diverse Detailansichten ebenfalls.

Der Plan stammt ursprünglich aus Frankreich und ist mit dem Datum Oktober 1952 versehen. Nach Auskunft vom Verlag hat dieser den Plan von einer Firma übernommen die es nicht mehr gibt und die ursprüngliche französische Firma ist nicht mehr zu identifizieren. Es ist eine Yacht der Klasse "A" die es heute offiziell nicht mehr gibt, da zu wenige Boote angemeldet sind.

Grunddaten:

Länge 151 cm

Breite: 32 cm

Höhe Mast:200 cm

Da das Projekt als Jahresarbeit meines Sohnes für die Schule begonnen wurde, der Bau eines Modellsegelboottrumpfes, hat er, unter meiner Anleitung, den größten Teil der Arbeit selber gemacht. Hier sieht Ihr Andreas am Digitalisieren der Daten.

Der Plan im A0 Format zeigt die Drauf-, die Seiten- und die Vorder-Ansicht der Voilier im Maßstab 1:3. Die Spantenrisse und Details werden im Maßstab 1:1 gezeigt. Der Plan stammt aus Frankreich und ist gezeichnet worden im Oktober 1952. Es stellt eine Segelyacht der Modellbauklasse "A" dar, diese gibt es nicht mehr, da zu wenige Boote angemeldet worden sind. Trotz Recherche und Kontakt mit dem vth-Verlag, konnte nicht mehr ermittelt werden, als dass der vth-Verlag diesen Plan von einem nicht mehr existenten Deutschen Verlag geerbt wurde und es keine weiteren Informationen dazu gibt.

Ihr könnt euch vorstellen, dass das DIN A0 Blatt die Kopie einer Kopie einer Kopie ist und daher leider Verzerrungen aufweist, die dazu führen, dass die diversen Ansichten und der Spantenriss von den Abmessungen nicht mehr richtig zusammen passen. Der Verlag ist nach schriftlicher Stellungnahme nicht willens die Daten digitalisiert zu übernehmen, da er so die unbefugte Weitergabe der Unterlagen sieht und den Verlust möglichen Geschäftes. Aus der Sicht des Verlages verständlich, aber bedauerlich, dass aus diese Grund ein so interessantes Modell so mangelhaft, meine persönliche Meinung, angeboten wird.



### Die Digitalisierung der Daten aus dem Plan

Als erstes haben wir eine Kopie des Planes im Copyshop gemacht, da das Original beim Bau zu sehr in Mitleidenschaft gezogen wird. Dann hat Andreas den Plan entlang der Linien mit Öl eingerieben und so das Papier durchsichtig gemacht. Wir haben die Draufsicht so über einen Bogen A3 Millimeterpapier gelegt, dass die Mittellinie entlang dem Rand des Millimeterpapiers lag und zwar mit dem achterlichen Endpunkt auf einer der "5 cm" Linien.

Nun hat Andreas mit einer Stecknadel mit großem Plastikkopf den Verlauf einer der Decksanten durchgestochen. Die Nadel hat einen großen Kopf, da sonst die Fingerkuppen bei dieser Arbeit arg leiden und es weh tut. Bei der Seitenansicht haben wir die KWL, Konstruktionswasserlinie, mittig über den Bogen Millimeterpapier gelegt. Die digitalisierten Koordinaten werden dann so aufgebracht, dass die KWL die Bezugslinie bleibt, von der aus die digitalisierten Werte dem Millimeterpapier entnommen werden. Bei den Spanten wird im Riss eh nur eine Hälfte im Plan gezeigt. Das Millimeterpapier entlang der Mittelsenkrechten angelegt und so kann man durch Spiegelung die Symmetrie nutzen und die Koordinaten der 2. Hälfte erhalten. Als nächsten Arbeitsschritt hat Andreas eine Excel-Tabelle für jede Ansicht eingerichtet und die Abmessungen, die aus dem Millimeterpapier an den durchstochenen Punkten abnahm, mit 3 multipliziert und so die "digitalen" Daten im Maßstab 1.1 erhalten.

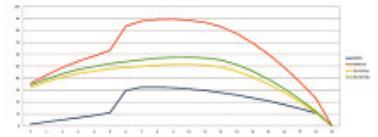
Wir haben dann die so entstandenen Daten in einem Linien Chart in Excel eingegeben und dargestellt und konnten auf diese Weise auch gleich optisch sehen, wenn Fehler beim Entnehmen der Daten aus dem Millimeterpapier, oder beim Rechnen passiert waren. Wir haben die Daten dann aber auch verwendet, um Fehler zu reduzieren, die durch Verzerrungen der Planoriginale entstanden waren, oder solche die sich daraus ergeben, dass die Vorlage im Maßstab 1:3 vorlag und beim Vergrößern die Ungenauigkeit des Durchstechens bei Umrechnen verschlimmert wurde.

Anmerkung zum Zeitpunkt der Überarbeitung des Bauberichtes. Heute würde ich eine von folgenden 2 Optionen nutzen und den Schritt im Excel ersetzen. Ich würde die Daten in ein CAD-Programm eingeben, Solid Edge 2D Drafting ist ein kostenloses aus dem Internet zu ladendes CAD Programm von Siemens, und mit den Funktionen des Programmes Kurven durch die digitalisierten Punkte legen. Dier erzielbare Qualität ist wesentlich höher!

Ich würde mich mit Delftship oder FreeShip beschäftigen und die dort vorhandene Funktion auf mathematischer Basis die strakenden Linien und Oberflächen erzeugen, was die höchste erzielbare Qualität wäre! Ein schöner Nebeneffekt ist, dass man dann sogar ein 3D Farbbild des Rumpfes hätte!

Hier sieht man als Beispiel wie man mit Excel und der Chart-Funktion daran Arbeiten kann wichtige Kennlinien strakend zu machen.

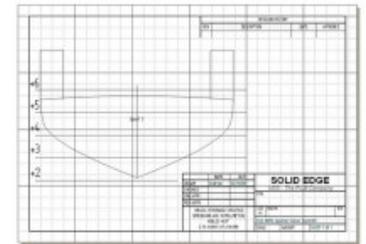
Die "digitalisierten Daten der Spantenrisse haben wir verwendet, um mit dem kostenlosen 2D CAD Werkzeug Solid Edge 2D Drafting CAD, Bilder der einzelnen Spanten zu erhalten. Hierfür überträgt man die Daten aus der Excel-Tabelle in einzelne Arbeitsblätter des CAD Programmes und erhält so einen Polygonzug der durch die "digitalisierten" Punkte aus der Excel-Tabelle verläuft. Hier zahlt es sich aus, dass wir beim Digitalisieren die Abmessungen mit dem Nullpunkt der vertikalen Achse auf Höhe der KWL gelegt haben. So konnten Andreas und ich Hilfslinien erzeugen die parallel zur KWL-Ebene verlaufen und im 1 cm von einander in der Senkrechten versetzt sind. Siehe Beispiel eines Spanten:



Andreas konnte diese Hilfslinien in das Millimeterpapier mit den Spantenriss eintragen und so die Schnittpunkte der Hilfslinien mit der Außenkante des Spantes erhalten. Das ergab die Punkte für den Poligonzug im CAD Programm in regelmäßigen Abständen.

Anschließend wurden die einzelnen Segmente des Polygonzuges (also kurze Gerade) in "Kurven" umgewandelt, dabei die Option verwendet welches die Steigung von 2 sich treffenden Kurven identisch macht, die einzelnen Kurven also Glatt ineinander übergehen.

Nach dem Probeausdruck eines so entstandenen Spantenbildes, haben wir dieses über das "Original" auf dem Millimeterpapier und auf dem Original-Plan gelegt und festgestellt das noch eine Menge Arbeit nötig war, bis die Spanten dann wirklich Deckungsgleich mit den Spantenrissen waren. Erst jetzt haben wir die nur halbseitig vorhandene Spantenriss Abbildung entlang der Mittelsenkrechten dupliziert und gespiegelt. Dadurch ist sicher gestellt, dass die Abbildung des Spanten 100% symmetrisch ist. Die Steglängen konnten wir aus dem oben gezeigten Chart und der dazugehörigen Exceltabelle berechnen und hinzufügen. Die Stege haben die Aufgabe die Spanten in der Höhe über der Helling zu positionieren, dass die KWL aller Spanten zusammen eine Ebene bilden die parallel zur Helling liegt.



Die Stege haben die Aufgabe die Spanten in der Höhe über der Helling zu positionieren, dass die KWL aller Spanten zusammen eine Ebene bilden die parallel zur Helling liegt.

## Der Bau des Rumpfes

Der Rumpf wird über Kopf auf der Helling realisiert, dabei werden die einzelnen Spanten, über die Stege, senkrecht stehend, mit Leisten so verschraubt, dass die KWL aller Stege eine Ebene parallel zur Helling bilden. Außerdem ist die Bugspitze auf der Helling aufliegend.

Ich habe bei dem Erfassen der Stege im CAD Programm, aber auch bei der Überprüfung und Korrektur in Excel, den Decksbruch, also die Wölbung des Decks an jedem Spant ermittelt und eingetragen. Hier bei habe ich nicht das übliche Verhältnis von 1:50 von Rumpfbreite zu Überhöhung Decksmitte gewählt, sondern wie in den Büchern von Curt W. Eichler Yacht und Bootsbau empfohlen, bei kleineren Booten heißt es dort, können Verhältnisse bis 1:20 genommen werden. Ich habe 1:20 genommen. Dadurch wird das Deck gewölbter. Der Ausdruck der einzelnen Spante, sobald die Größe ein Blatt von mehr als A4 Größe fordert, wurde an einen Copyshop gemailt und der Ausdruck dort abgeholt. Dabei ist darauf zu achten, den Ausdruck nicht auf Papier auszuführen, sondern auf dünner Pappe oder Karton zu machen. Der Grund dafür ist, dass beim Kleben auf die Sperrholzplatte für die Spanten das Papier durch die Feuchtigkeit sich verzieht und so dazu führt falsch geformte Spanten auszuschneiden. Ein festeres Material reduziert das Problem.

Ich habe kein Sperrholz, wie üblich genommen, sondern eine 4 mm starke Siebdruckplatte oder Verschalungsplatte aus dem Baumarkt genommen. Diese Entscheidung hat sich im Nachhinein aus anderen, als den ursprünglich angenommenen Grund, als goldrichtig erwiesen. Mein Grund für die Wahl ist die enorme Unempfindlichkeit von Siebdruckplatten vor Umwelteinflüssen, wie Feuchtigkeit. Die beste Eigenschaft im Nachhinein ist die Sprödigkeit des Materials. Ich konnte die Spanten nach dem Erstellen der Rumpfschale durch das Beplanken mit Kieferstäben von 3x5 mm Querschnitt die Spanten mit der Zange völlig problemlos herauslösen. Beim Zupacken mit der Zange und um 90 Grad drehen zerbröselte das Material und ließ sich so herrlich praktisch rückstandlos herauslösen. Anmerkung zum Zeitpunkt der Überarbeitung. Die Deckswölbung braucht man nicht machen, da die Spanten ja herausgelöst werden. Zum Zeitpunkt des Vorganges war mir das noch unbekannt!

Rechts ein Bild der Siebdruckplatte, 4 mm stark, mit den sauber ausgeschnittenen Spantenabbildungen. Ich hatte ursprünglich vor 2 Boote parallel zu bauen, daher die Spanten hier immer 2x.



Links ein Detailbild der Rumpfschale von vorne. Die Verunreinigungen sind kein Spachtel, sondern nur trocknendes Ponal.

Die Kieferleisten, ich habe das Material gewählt, da ich sehr gute Erfahrungen damit gemacht habe und weil ich ursprünglich den Rumpf so laminieren und Tönen wollte, das die sehr lebendige Maserung der Kiefer sichtbar bleibt, durch die Tönung aber einen honiggelben Farbton erhält. So habe ich den Rumpf der ersten Voilier, die Sabrina, gemacht.

Die Stege sind zu erahnen, wie auch die Schraubverbindungen der Stege der Spanten an die Leisten auf der Helling. Die Beplankung wurde entlang des Deckrandes begonnen. Hier wurde die Leiste an die Spanten und an den Balkenweger geklebt.



Den ich aus einem 5x5 mm Mahagonistab erstellt. Ich habe die Ausschnitte in den Spanten erst im Nachhinein ausgesägt, um auch hier streng auf das Straken der Decksantenlinie in allen 3 Dimensionen zu achten. Die weiteren Leisten wurden mit Ponal, nicht Ponal Express, da der zu schnell härtet, angeleimt. Und zwar an die Spanten und an die jeweils zuvor angebrachte Leiste. Ein Bearbeiten der Leisten um das Anliegen einer Leiste an die benachbarte sehr eng zu gestalten war nur an 2 Stellen erforderlich. Einmal in den letzten 10 cm achtern zwischen der ersten Leiste direkt an der Decksante und der folgenden. Hier ist der Radius den die Rumpfschale aus der Senkrechten am Deckrand zur Horizontalen in der Mitte bringt so klein, dass sehr viel Andruck und etwas Bearbeitung der Leiste erforderlich war. Vorbehandlung durch Wässern und Wärme war jedoch bei keiner Leiste erforderlich. Ich habe die Leisten mit einer sehr großen Anzahl von kleinen Klammern fixiert. An wenigen Stellen, so z. B. ganz unten am Kiel, auch hier war ein Bearbeiten der Leisten nötig, habe ich auch sehr dünne Stahlnadeln verwendet. In Zukunft würde ich jedoch das Fixieren der

Leisten beim Kleben mit Klettband machen. Und zwar immer 2 Klettbandstreifen zwischen jedem Spant und einen pro Spant auf der Helling so, dass der Befestigungspunkt zur Mitte verschoben vom Deckrand ist, beidseitig, und dann immer die Bänder über die Leisten spannen und aneinander fügen. Diese Technik lässt das Holz unverletzt und drückt großflächig die Leisten, sowohl an die Spanten, wie auch aneinander. Statt wie bei Klammern und Nägel die Leisten mit den Klemmen an die Spanten gedrückt werden, wird bei dieser Technik der Spant gegen den Druck der Klettbänder arbeiten.

Auch ist auf diesem Bild zu erkennen, dass ich im Bug die Leisten nach dem Reißverschluss-Prinzip verklebt habe. Also immer eine Leiste so am Bug gekürzt, dass die jeweils gegenüberliegende auf der Schnittfläche aufliegt.

Hier ein Bild das eine Stelle zeigt wo ich beim ersten Rumpf die größten Probleme erwartet hab und es ganz unerwartet keine Probleme gab. Der Übergang, wo der Ausschnitt für das Ruder oben endet, hier da über Kopf, unten. Die Rumpfschale hat hier die stärkste Änderungen bei der Krümmung, sowie ebenfalls am Ende des Ausschnittes und der Übergang zum Heckbereich. Es ging problemlos, wie man am Verlauf der Leisten erkennen kann. Ponal Express habe ich immer verwendet, wenn ich spezielle Stellen gut fixieren wollte und diese dabei von Hand in Stellung hielt.



Auf Bild 7 links unten erkennt man im Detail die Leisten und den oben geschilderten Übergang. Die etwas unsauberen Stellen, erkennbar durch die dunklen Streifen, sind das Ergebnis der Lernkurve. Die Leisten wurden nicht sorgfältig genug aneinander gepresst. Bild 8 und 9: Hier erkennt man, dass im Heckbereich die Leisten nicht nach dem Reißverschluss-Prinzip verlegt wurden.



Bild 7



Bild 8



Bild 9

Hier sieht man wie mein Andreas der Fleißarbeit nachgeht, dem Schleifen. Mehrmals, war er der Meinung, nun sei es aber glatt genug! Ich habe dann immer eine Pause empfohlen und dann an der anderen Rumpfseite weiter zu arbeiten. Bei jedem Seitenwechsel wird die Rumpfschale glatter und man wird mit dem zuvor erreichten Stand unzufrieden. Ein wirklich iterativer Prozess. Schleifen übrigens, nur mit Schleifklotz, da man sonst Dellen und Buckel verstärkt und nicht entfernt! Noch haben wir das Holz nicht mit G8 von Voss Chemie behandelt. Übrigens G8 ist Äquivalent zu G4, vergilbt aber nicht wie G4! Dieser Polyurethanlack macht Holz wasserfest und härtet es.

Hier das Ergebnis mit der Rumpfschale noch auf der Helling, aber schon mit verdünntem G8 Lack behandelt. Man sieht wie die Kiellinie herrlich strakend ist, der leichte Knick in Bug Nähe zeigt den Bereich, wo die KWL die Kiellinie schneidet. Die Kiellinie wird hier gewollt steiler zum Bug geführt. Auch die Decksante zeigt einen sauberen strakenden Verlauf!

Die Verschraubung der Spanten auf der Helling ist hier sehr schön zu sehen! Auch erkennt man, was mich beim Bau der ersten Rumpfschale so begeisterte. Wie 2 Rumpfquerschnitt-Geometrien ineinander übergehen und doch über die Rumpflänge zu sehen sind:

Vom Heck nach vorne hat der Rumpf einen ovalen Querschnitt.

Vom Bug nach achtern eine Keilform.

Wenn man jetzt die erkennbare Schattierung betrachtet, so sieht man wie die ovale Form an dem Beginn des Ruderausschnittes weiter in einem Winkel von etwa 15 Grad zu erkennen ist und sich dann bis zur Kiellinie verflüchtigt. Die Keilform vom Bug herkommend kann man leider nicht so auf dem Bild wahrnehmen. Hier übrigens etwas, was ich halb scherzhaft, aber auch halb ernst meine. Das Erstellen einer Rumpfschale aus Holz hat etwas erotisches. Wenn man mit den Händen leicht über das schön geschliffene Holz fährt, so ist das eine sehr angenehme Sache, hat der Rumpf dann auch noch die Geometrien einer Langkielyacht, verstärkt sich das. Wer Freude am Arbeiten mit Holz hat, der müsste wissen was ich meine!



Bild 11

Hier noch eine Ansicht von vorne, der Reißverschluss Abschluss der Leisten ist schön zu erkennen.



Bild 12

Nachfolgend ein, wie ich finde ein uriges Bild aus dem Rumpfinnen. Man erkennt wie die Spanten innen ausgeschnitten wurden, damit die Klammern die Leisten gut angepresst werden können. Auch sieht man, wie filigran die Spanten sind, das hilft später beim Ausbrechen derselben.



Bild 13

Hier jetzt der mit Ungeduld erwartete Moment die Rumpfschale von der Helling zu nehmen. Eigentlich noch zu früh, da der Rumpf außen noch nicht laminiert wurde.



Links jetzt eine Idee meines Sohnes, die Aufnahme im Rumpf mit den Spanten. Man sieht, dass die Pappe vom Spanten Ausdruck noch auf den Spanten klebt!

Rechts der Blick über den Rumpf.

In diesem Bild erkennt man, wenn man genau hinschaut, dass der Rumpf jetzt außen laminiert wurde. Es sind die überstehenden GFK Matten am Decksrand zu erahnen. Wenn ich mir die Bilder so ansehe, dann könnte man direkt auf den Gedanken kommen, noch einen Rumpf zu bauen, der farblich so bleibt wie hier. Was auch zu sehen ist, dass bei dem hier beschriebenen Bau die Rumpfschale diese so hochwertig

erstellt wurde, dass kein Spachteln erforderlich ist. Weiterhin sieht man die Vorzüge meiner Technik unten im Kiel 2 Gewindebuchsen einzusetzen. Der Rumpf steht frei im Raum und steht so fest, dass man bei den weiteren Arbeiten keine Angst haben muss, durch den Kräfteinsatz bei den Arbeiten, den Rumpf zu beschädigen. Auch kann man die Geometrie sehr schön erkennen. Für mich ist dieses Bild die Begründung warum ich einen Langkielrumpf gegenüber jeder anderen Rumpfform bevorzuge.



Links ein zwar etwas früheres Bild, aber man sieht wie ich Blei in das Kiel gegossen habe. Dieses Blei muss ich zu dieser Bauphase eingießen, nach dem Laminieren des Rumpfes außen, da die im Kiel eingelassenen Gewindebuchsen durch das Blei umschlossen die Buchsen fixieren und die Kräfte über eine große Fläche in die Rumpfschale übertragen.

Der Rumpf leidet bei folgendem Vorgehen nicht durch das Eingießen von Blei. Zuerst nur wenig eingießen und erkalten lassen. Wenig Blei hat nicht soviel Wärmeenergie, dass diese die Leisten oder die GFK Laminierung leiden lassen. Wenn man dann weiteres Blei eingießt, so

wirkt das zuvor eingegossene Blei als Wärmesenke und die Wärme kommt nur noch stark reduziert ans Holz. Je mehr Blei schon im Rumpf ist, desto besser wirkt die Wärmesenke. Trotzdem Blei nur in kleinen Mengen jeweils eingießen um Beschädigungen der Rumpfschale zu vermeiden.



Links eine Detailaufnahme des Bleis im Rumpf.

Rechts eine Gesamtaufnahme der Rumpfschale innen, jetzt ohne Spanten. Die Spanten wurden mit einer Zange herausgebrochen. Dank der Sprödigkeit der Siebdruckplatte zerbröselte die Siebdruckplatte, wenn man mit der Zange packt und die Zange dann um 90 Grad dreht. Man sieht die hellen Bereiche, wo die Spanten zuvor waren. Auch erkennt man hier sehr schön wie ich am Heck den Raum zwischen den letzten 2 Spanten den Raum zwischen den letzten 2 Spanten mit Holz und Epoxid als Klebstoff aufgefüllt habe. Dieses dient der Befestigung des Achterstags. Über diesen Bereich wird später eine Alu-Platte, 5 mm stark, mit 6 Schrauben und entsprechend eingegossenen Gewindebuchsen

fixiert und mit Epoxid geklebt. In dieser Platte, inkl. einer weiteren eingegossenen Gewindebuchse, ist eine Gewindebohrung in welche eine M3 Schraube kommt, die den Befestigungspunkt für das Achterstag verankert. Das bricht garantiert nicht aus, trotz des großen Segels.



## Laminierung des Rumpfes

Im Bug kann man erkennen, wenn man es weiß, dass ich dort ein Alu-Flachband in die Kammer zwischen Bugspitze und dem Spant davor eingegossen habe und mit Mahagonileisten abgedeckt. Die Gewindebohrung dort dient zur Aufnahme der Schraube zur Fixierung der Vorstagbefestigung. Schön ist die strakende Führung der beiden Decksanten mit den Balkenwegern aus 5x5 mm Mahagonileiste zu sehen.



Hier sieht man wie ich mich, mit Latex-Handschuhen, vor dem Epoxid schütze, da ich davon allergische Reaktionen der Haut bekomme. Ich arbeite hier mit der Schaumrolle an der Innenlaminierung. Die Innenlaminierung ist leider nicht so hochwertig zu schaffen wie außen, da man die Klebereste nicht so ganz abschleifen kann wie außen und weil man auch nicht so schön das ganze schleifen kann. Trotzdem ist diese Laminierung sehr wichtig, da nur die symmetrische Laminierung innen und außen dem arbeitenden Holz den Widerstand entgegen bringen kann, damit die Außenhaut glatt bleibt. Die gelben Schaumstoffrollen sind unbedingt vor den Weißen zu bevorzugen, da ich habe die Erfahrung gemacht, dass die weißen Rollen sich auflösen.

### Ruderkoker und Ruderbetätigung

Rechts ein Bild zum Thema Ruderkoker und Ruderbetätigung.

Ich habe bei einem Freund mit Drehmaschine, damals hatte ich selber noch keine, aber inzwischen habe ich mir eine gekauft, den Ruderkoker gedreht, sowie die Aufnahmen zu den beiden Trommeln für die Anlenkung. Dazu gleich mehr. Die Welle des Ruders ist fluchten eingebaut, und hat am unteren Ende zentral eine Gewindebohrung. Diese Achse wird in ein unten im Rumpf eingegossenes Messingröhrchen mit einem Gleitlager aus Messing, eingefügt. Von unten kann ich in diese Gewindebohrung der Ruderwelle, eine Stahlschraube aus rostfreiem Stahl mit Inbuskopf einschrauben. Der Inbuskopf wurde so gedreht, dass dieser Spielfrei in das eingegossene Messingrohr passt. Schraube ich diese Schraube heraus, so lässt sich die Ruderwelle herausnehmen und damit das Ruder. Ist die Schraube drin, so ist die Ruderwelle fixiert. So kann ich jederzeit die Ruderwelle und das Ruder abnehmen. Am oberen Ende des Ruderauschnittes im Rumpf ist fluchtend ein weiteres Messingrohr eingegossen und so lang, dass die auf der Ruderwelle mit einer Madenschraube fixierte Trommel genau auf einer Ebene mit der Trommel auf dem Servo für die Ruderbetätigung befindet. Zu dem Alu-U-Profil komme ich später.



Hier sieht man das Kielschwein, welches ich aus einem Sperrholzbrett geschnitten hatte und das Messingrohr. In das Messingrohr hier sind oben und unten sind jeweils Messing-Gleitbuchsen von Conrad eingesetzt, dazwischen wird später Fett zur Schmierung und Dichtung eingepresst. Man sieht schön die Gleitbuchse oben und die gedrehte Trommel für die Ruderanlenkung.



Hier ein Bild aus einem späteren Bauabschnitt mit der Servohalterung und der Trommel auf dem Servo. Es ist ein Hitec HS-805BB Servo und hat gewaltig viel Kraft, sollte also das Ruder gut betätigen können. Auf beiden Trommeln erkennt man jeweils eine Inbuschraube und die eine Inbuschraube am Servo, welche auch die Unterlegscheibe hat, die am Ruderkoker noch fehlt. Die Kraftübertragung zwischen Servo und Ruderkoker erfolgt über ein Stahldraht. In der Nut der Trommel, bei den Inbuschrauben, ist eine kleine Bohrung, durch welche das Stahldraht aus der Nut nach oben neben der Inbuschraube unter der Unterlegscheibe herausgeführt wird. So kann man an dem Ende des Stahldrahtes dieses Strammziehen und mit der Inbuschraube und der Unterlegscheibe fixieren. Das macht man bei beiden Trommeln und hat so eine Kraftübertragung zwischen den Trommeln!

### Erste Bilder zur Labyrinth-Dichtung

Dieses Bild unten zeigt mehr als man im ersten Moment meint. Zuerst sieht man das Alu-U-Profil, das innen an den Balkenwegern entlang verklebt verläuft. Dann sieht man das innen am U-Profil Aussparungen sind. In eine dieser Aussparungen ist hier bereits ein weiteres querverlaufendes U-Profil eingesetzt, welches wie alle an der Rumpfschale, nach oben offen sind. In jede der Aussparungen kommt so ein querverlaufendes U-Profil. Diese U-Profile machen alle zusammen Rumpfschalenseitig den unteren Teil eines Labyrinthes aus, welches Wasser aufnimmt das durch die Dichtung, dazu später noch mehr, dringen könnte. Das obere Teil dieses Labyrinthes sind nach unten offene U-Profile aus Alu die exakt in die U-Profile der Rumpfschale passen. Diese oberen U-profile gehören zum komplett abnehmbaren Deck. Dazu auch später noch vieles mehr.



Vorne verläuft ein Alu-Flachband mit der Bohrung durch welche das Messingrohr kommt, welches den abnehmbaren Mast aufnimmt.

Dieses Alu-Flachband ist mit jeweils 4 M3 Schrauben mit einem eloxierten Alu-Winkel auf jeder Seite verschraubt. Dieses Alu-Band nimmt einen guten Teil der Kräfte des Mastes auf und leitet diese in die Rüsteisen. Die Rüsteisen sind 180x30x6 mm Alu-Flachbänder, die großflächig mit ALLCON 10 Konstruktionsklebstoff innen an die Rumpfschale geklebt sind und parallel zum Balkenweger verlaufen. ALLCON 10 hat sich als sehr zuverlässiger kräftiger Kleber erwiesen. Durch die Größe kann das Rüsteisen auf jeder Seite sowohl die Kräfte vom Mast in die Rumpfschale leiten, wie auch jene der Wanten. Ich habe in die Rüsteisen M3 Bohrungen an den Punkten über die vollen 30 mm Breite des Rüsteisens gebohrt und die Gewinde gedreht. An die Rüsteisen sind die eloxierten Alu-Winkel geschraubt. Ich habe eloxierte Winkel verwendet da ich diese vorrätig hatte. das U-Profil des Labyrinths der Rumpfschale ist mit dem Winkel verschraubt. Dadurch ist das U-Profil nicht nur über etwa 150 cm Länge beidseitig mit der Rumpfschale verklebt, sondern auch mit dem Winkel verschraubt. Die querverlaufenden U-Profile haben an der

Unterseite noch T-Alu-Profile geklebt und verschraubt, die bis unter die längsverlaufenden U-profile reichen. Dadurch wird das Labyrinth enorm fest und starr mit der Rumpfschale verbunden.

Man möge bedenken, dass das Labyrinth die Kräfte aufnehmen muss, wenn man das etwa 21 kg schwere Boot trägt. Da entstehen gewaltige Zug-, Druck, Torsions- und Scherkräfte, die das Labyrinth aufnehmen und in die Rumpfschale leiten muss. Die Kräfte des Segels durch den Mast dürften im Vergleich dazu eher vernachlässigbar sein!

Ganz unten im Rumpf, über dem Blei, erkennt man 2 eingeklebte Alu-Bänder. Diese Alu-Bänder nehmen die Verschraubung des 3 Nm Schrittmotors auf, den ich mit selbstentwickelter Elektronik und Software als Winde für die Endlosschot zur Segelsteuerung einsetze. Der Schrittmotor ist etwas über dem jetzigen Bleiniveau montiert, weshalb ein Getriebe die Antriebswelle des Schrittmotors in die Senkrechte umlenkt. Am unteren Ende dieser Antriebswelle setze ich eine elektrische Bremse ein, die später den Schrittmotor bremst, damit ich keine Leistung im Schrittmotor zum Halten verwenden muss. Bilder und mehr Info später!

Hier eine Gesamtansicht der Rumpfschale mit Baustand wie oben. Man sieht hier den kompletten Verlauf des Labyrinths rund um die Rumpfschale entlang der Balkenweger. Wieder zu achten, wie schön strakend sowohl der Verlauf der Deckkante, aber auch aus dieser Entfernung das Labyrinth verläuft. Zu den Anforderungen an die Passgenauigkeit der Labyrinthfunktion und damit des abnehmbaren Decks. Das zulässige Spiel der Alu-Profile vom Deck und von der Rumpfschale über die vollen 150cm darf nur etwa 1/10 mm geschätzt sein! Und, was man bis jetzt auf den Bildern noch nicht so sehen konnte, der Verlauf des Labyrinths ist strakend in 3D!



### Zwischenabschluss, die Jahresarbeit meines Sohnes

Da mein Sohn seine Jahresarbeit in der Schule präsentieren musste, haben wir zu diesem Zeitpunkt den Rumpf lackiert, da die Lehrer, als Laien, die geleistete Arbeit von Andreas gar nicht einschätzen können. Das hat sich später leider bewahrheitet, als ein Baukastenmodell wesentlich höher bewertet wurde. Ein schönes Modell, aber nur wer Erfahrung im Bauen nach Plan hat, kann den Unterschied erkennen.



Mir gefällt an diesem Bild, wo man durch die Spiegelung erkennt wie schön der Rumpf geworden ist. Das Schleifen und Polieren des laminierten Rumpfes verlangt das man Naß Arbeiten muss. Die Wärme die beim Schleifen und Polieren entsteht beschädigt die Laminierung sehr schnell, wenn man nicht enorm aufpasst. Selbst der Niederschlag durch das Nieselwetter reicht nicht, wir hatten immer den Gartenschlauch dabei.

Links der Rumpf von vorne. Die beiden Schleiffilzscheiben, 3000 und 4000 Körnung, haben wir so hingelegt, dass diese wie die Flossen eines Delfins aussehen! Wieder so ein Beitrag meines Sohnes.

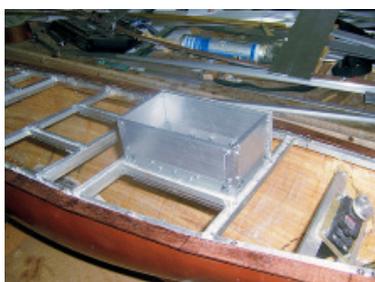
Andreas und ich fanden der Rumpf sah hier wie der Körper eines Delfins aus!



### Zurück zum Ernst

Im folgenden Bild kann man das komplette Labyrinth, Rumpfsseitig sehen. Es sind dort 4 Decksöffnungen vorgesehen, in welche abnehmbare Decksaufbauten gehören. Jede Öffnung wird vom Labyrinth umschlossen. Auch habe ich auf dem Bild 2 der 4 Rohbauten der abnehmbaren Decksaufbauten eingesetzt.

Wer genau schaut, der sieht, dass der Deckrand nicht mehr durch den Balkenweger auffällt, sondern das sich jetzt hier eine flache Leiste Mahagoni über dem ursprünglichen Deckrand befindet. Diese Mahagoni Leisten werden später bündig zur Außenhaut der Rumpfschale geschliffen. Die Leisten stellen die Auflage, rumpfsseitig, für die Dichtung rund ums Deck dar.



Hier eine Detailaufnahme des Rumpfes, wo man das Labyrinth in seiner ganzen Pracht sehen kann. Ein Rohbau des Deckaufbaues ist in der achterlichen Decksöffnung eingesetzt. Wer genau hinsieht, der erkennt in den U-Profil kleine Seckskantbuchsen. Das sind Distanzbuchsen mit einem Innengewinde von 3 mm und einer Länge von 10 mm. Diese Distanzstücke sind die Gewindebuchsen in welche die Schrauben geschraubt werden, durch welche das abnehmbare Deck auf den Rumpf geschraubt wird. Das Deck wird so in die Position gedrückt, dass dieser auf den Dichtungstreifen auf den Mahagoni-Leisten des Rumpfes gepresst wird, das die Verbindung Wasser dicht sein soll. Nur durch diesen Pressdruck kann die Decksdichtung so dicht werden, das kein Wasser durch den potentiellen Sog der bei fahrendem Schiff entsteht, in den Rumpf gelangen kann.



Auch ermöglicht dieses Detailbild einen Teil des Deckaufbaus zu erkennen, der für seine Integration in das Labyrinth sorgt. Die Alu-Winkel an den vier Ecken des Deckaufbaues und die waagrecht verlaufenden Alu-Bänder, liegen auf dem Rand des nach oben offenen U-Profils des Labyrinth auf und sind genauso stark wie der Rand des U-Profils. Über diese Winkel und Alu-Bänder wird ein Alublech aufgebracht welches so überragt, dass es in das Alu-Profil hinein reicht. Sollte also später mal Wasser außen an diesem noch anzubringen Alu-Blech herab fließen, so wird es vom Labyrinth aufgenommen. Die Aluplatten zwischen den Winkel werden noch eine Aussparung bekommen, die verglast wird, so dass man später durch die Fenster in den Deckaufbau wird reinsehen können und dort eine Inneneinrichtung sehen mit Beleuchtung, so z.B. eine RGB-LED die unter Software-Steuerung den Eindruck erwecken wird, das sich im Inneren was bewegt.



Rechts noch mal eine Detailaufnahme der vorderen beiden Deckaufbauöffnungen.

## Bugspitze

Hier sehen wir im Detail die Bugspitze mit dem eingegossenen Alu-Band und der Gewindebohrung zur Fixierung des Befestigungspunktes des Vorstages. Ich habe dazu quer noch 3 Gewindebohrungen gesetzt und jeweils eine Gewindestange eingeschraubt. Diese sorgen zusätzlich dafür, dass das komplett in Epoxid mit Glasbubbles eingegossene Alu-Band nicht ausreißen kann. Das Ganze wurde bündig zu den Mahagonileisten der Decksdichtung mit Mahagoni-leisten beplankt. Ich habe später vor dem Alu-Band noch eine Gewindebuchse eingegossen, welche eine Decksbefestigungs- und Andruckschraube aufnehmen wird. Unten sehen wir das quer im Bug verlaufende U-Profil des Labyrinths mit 2 Distanzstücken wie beschrieben.



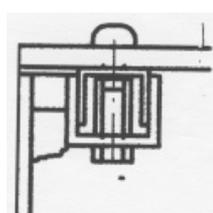
Es hat sich herausgestellt, dass ich die Distanzstücke noch zusätzlich mit einen Alustück vor dem Verdrehen schützen muss. Im Bau habe ich schon mehrmals die Schraubenköpfe der Fixierungsschrauben des Decks abflexen müssen, da die Befestigungsstifte trotz Sicherungsmuttern auf der Unterseite vom U-Profil und des Abdichtens und Fixierens mit Epoxid zum Drehen neigen und die Schrauben dann nicht mehr zerstörungsfrei abzubekommen sind.



Hier eine Detailaufnahme des U-Profils mit Distanzstück.

Hier das Alu-Gegenstück der Dichtung des abnehmbaren Decks auf die Mahagoni-Leiste der Rumpfschale. Rund 2/3 der Mahagoni-leiste werden noch abgeschliffen um mit der Rumpfaußenhaut bündig zu sein.

Man erkennt schön wie beide Flächen eng verbunden sind und man kann sich vorstellen, dass ein 6x2 mm starkes Gummidichtband mit selbstklebender Oberfläche dazwischen die Fuge Dicht macht! Dann noch das Labyrinth, das sollte dicht sein! Man sieht aber auch dass die Alubänder des Decks noch zusätzlich fixiert werden müssen, damit diese nicht, wie das dahinter, sich wegbiegt. Hier allerdings biegt es sich in die "gute" Richtung!



Hier die Prinzip-Skizze der Decksdichtung

Wir erkennen links unten senkrecht die Rumpfschale, direkt rechts die Verklebung des U-Profils und darüber den Balkenweger. Über dem Balkenweger und der Rumpfschale sieht man die Mahagoni-Leiste der Dichtung und ganz oben das Alu-Flachband des Decks.

Der Schraubenkopf wird durch das Alu-band und dem nach unten offenen U-Profil des Decks, 3 mm Bohrung, in das Innengewinde des Distanzstückes geschraubt. Das Distanzstück ist unter dem U-Profil der

Rumpfschale mit einer Sicherungsmutter fixiert.



Hier eine Aufnahme des zuvor gezeigten Deckaufbaus, jetzt mit sichtbar der Alu-Box die in der Decksöffnung verschwindet.

## Das abnehmbare Deck

So, jetzt kommen wir zum Deck. Das Deck wird auf einem Rahmen aus Alu-U-Profilen aufgebaut, die nach unten offen sind und exakt in die Alu-U-Profile des Rumpfes passen. Hier eine Gesamtansicht des äußeren Alu-Profilmrahmens des Decks, nur mit einem Quer-U-Profil des Labyrinthes der vordersten Deckaufbauöffnung. Mehr dazu bei den Detailaufnahmen.

Hier eine Detailaufnahme des Bugs der Deckkonstruktion. Man erkennt das Langloch, welches für das im Bug des Rumpfes eingegossene Alu-Flachband ist, das kurze Stück des ganz vorne verlaufenden U-profils und die vorderen Enden der Längsprofile mit den Bohrungen für die Fixierungsschrauben des Decks in die eingesetzten Distanzstücke gehören. Noch hängen sie frei und sind nicht lagerichtig fixiert. Auch ist das Aluband der Bugspitze noch nicht passend geschliffen worden.



Hier eine größere Aufnahme des Bugbereiches des Decks mit der Konstruktion, welche das Bugstück starr macht mit der Fischung. Darunter das Alu-Quer-Flachband, welches über dem quer verlaufenden nach unten offenen U-Profil verläuft, noch mit



dem Linsenkopfschrauben fixiert. Das Alu-Flachband wird mit dem tiefergelegten Flachband davor noch mit den schwarzen Inbuschrauben fixiert. Der Aufwand ist nötig, da die vordere Konstruktion starr sein muss und die Kräfte aufnehmen können soll.

Nach hinten, auf dem Bild unten, sieht man 2 Alu-U-Profile hervorschauen, die das Decksgegenstück des Labyrinthes um die vorderste Deckaufbauöffnung längs bilden. Alle Verbindungen sind geschraubt, da Klebungen nicht halten! Das Deck hat mehrere tausend Schrauben, bei jeder Verbindung 2 Bohrungen a 2,5 mm Durchmesser, und ein Gewinde von 3 mm schneiden!



Im folgenden Bild 40 unten sehen wir eine Detailaufnahme des Hecks des Decks. Der quer verlaufende U-Profil des Decks ganz achtern und das Alu-Flachband, das später mit der im Heck des Rumpfes, siehe Bilde rund Text oben, eingelassenen geschraubten und geklebten Alu-Platte, wo auch die Befestigung des Achterstages erfolgt.

So, jetzt das Bugteil vom Deck mit den Längsaluflachbändern die in die Fischung des mittleren Alubandes eingepasst sind. Auch erkennt man jetzt die Bohrungen, wo die Schrauben durchgesteckt werden, die das Deck mit den Distanzstücken an den Rumpf presst. es fehlen noch die Verschraubungen welche die Längs-U-Profile in der richtigen Lage fixieren. Bei der Öffnung des Decksaufbaus ganz vorne, genannt Aufbau "A", ist das Labyrinth jetzt komplett und umrundet die Öffnung und verbindet auch hinten das Labyrinth mit den längsverlaufenden Profilen. Die Alu-Flachbänder über den U-profilen sind noch nicht angebracht. (Bild 041)

Hier eine Detailaufnahme, die zeigt wie das Alu-Flachband exakt in das Langloch passt und wie passgenau es sein muss. (Bild 042)

Was hier nur sehr schlecht zu sehen ist, alle U-profile des Labyrinths rumpffseitig, die Quer verlaufen oder um die Decksöffnungen, sind unten mit einem T-profil, wie bereits erklärt zur starren Verbindung, versehen. Über die quer verlaufenden U-Profile verlaufen Alu-Flachbänder bis zum Decksrand. Sie überdecken die Decksöffnung teilweise. Die Decksaufbauöffnung und müssen entsprechend nachbearbeitet werden. Sie sind aber auch das Fundament auf welches ein Kragen rund um die Decksöffnung gelegt wird, auch mit Aussparungen für die Verglasung. Hier fehlen noch die Längsflachbänder. Das sind die Decksöffnungen "C" und "D".

Bild 043: Hier eine Detailaufnahme mit einer Menge Informationen. Zuerst und ich denke am Auffallendsten ist, das eingesetzte Rohr für die Mastfußaufnahme und der Schrittmotor im Rumpf. Man erkennt, dass das Rohr auf dem Schrittmotor ruht und dort eine Fassung sich befindet. So werden die Kräfte des Mastes am Mastfuß über den Schrittmotor in die Rumpfschale über die 2 Alubänder, die wir vorher bereits gezeigt haben, eingeleitet. Weiterhin sehen wir am Schrittmotor das Getriebe und die senkrecht nach oben geführte Antriebswelle für die Endlosschot der Segelsteuerung mit der Trommel mit zwei Nuten und 2x die Inbuschrauben mit Unterlegscheibe zum Fixieren der Schote, wie ich es bei der Kraftübertragung vom Servo zum Ruderkoker bereits gezeigt habe. Der Schrittmotor ist soweit wie möglich vorne eingebaut, die Trommel liegt allerdings hinter dem Mast.

Die Decksöffnungen, "B" und "C" sind zu sehen, jetzt allerdings die Alu-Flachbänder schon so bearbeitet, dass die Deckaufbauten durchpassen. Genaueres folgt in weiteren Bildern.



Bild 40



Bild 41



Bild 42



Bild 43



Bild 44

### Deckaufbauten und Öffnungen dazu im Deck

Bild 45: Hier eine Decksöffnung und man erkennt, dass ein feiner Schlitz in das untere U-Profil des Labyrinths zu sehen ist. Ich denke am Längsprofil links kann man es am besten sehen. In diesen Schlitz kommt das Alublech, das als Außenhaut um die Deckaufbauten kommt.

Bilde 46: Dieses Bild zeigt einen Baustand der wesentlich weiter gediehen ist. Man sieht, dass die Kragen vorhanden sind, die umschließen die Alublech Außenhaut des abnehmbaren Deckaufbaus. Außerdem sehen wir den Deckbruch durch Aluflachbänder realisiert. Auf diese Alubänder wird das dünne Flugzeug-Sperrholz, 0,8 mm stark, geklebt, das später die Decksbeplankung mit Kalfaterung aufnimmt. Die Alubänder umrunden die Deckskragen komplett. Die Winkel der Alukragen, die im querverlaufenden Kragenabschnitt sind, bewirken die Schräge der Decke des Deckaufbaus. In den Aussparungen wird ein passend geschnittenes Glas eingesetzt und mit Silikon verklebt. Auf der oberen Fläche des Kragens kommt dann wieder das gleiche Dichtungsband was schon am Decksrand zum Einsatz kommt. Die Deckaufbauten haben einen Rand der auf diese Fläche gedrückt wird und so, zusätzlich zum Labyrinth innen, und dem Kragen, das Wasser vom Eindringen durch die Decksöffnungen gehindert wird.

Bild 47: Hier die Kragen "A" und "B" noch ohne die Flachbänder zur Aufnahme der Sperrholzabdeckung. Auch sieht man die komplette Konstruktion der Flachbänder rund ums Deck, allerdings noch ohne die Fixierung die Verhindern soll, das diese sich um

die Längsachse drehen und so dem Anpressdruck weichen können.

Bild 48: Hier eine Detailansicht des Decks am Bug mit den Verschraubungen.

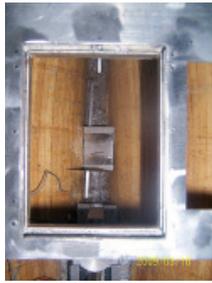


Bild 45



Bild 46



Bild 47



Bild 48

## Aussichten und Planungen

Hier eine Gesamtansicht der Alu-Konstruktion des abnehmbaren Decks. Vergleicht man diese Aufnahme mit der filigranen Konstruktion der ersten Gesamtaufnahme, so ist über ein Jahr vergangen! Das Deck hat jetzt den Deckbruch fast komplett fertig, es fehlt der Abschnitt rund um den Mastfuß und es fehlt die Stütze für die Scheuerleiste. Zum Mastfuß und der Scheuerleiste am Ende dieses Beitrages noch ein paar Worte.

Man erkennt in dieser Aufnahme rechts am Bug, dass ich noch eine Alu-Leiste angebracht habe. Diese Leiste dient einerseits dazu ein Drehen der Alubänder entlang der Deckskante um ihre Längsachse zu verhindern und wodurch das Boot seine Dichtigkeit zu verlieren könnte und andererseits als Halt und Fixierung der Scheuerleiste dient. Die Scheuerleiste wird einmal komplett um das abnehmbare Deck angebracht und unten bündig an der Außenhaut der Rumpfschale anliegen. Die Außenhaut der Rumpfschale wird, da durch die Arbeiten seit der Vorstellung des Rumpfes an der Schule meines Sohnes die Lackierung gelitten hat und ich nicht fähig war, trotz vieler kompetenter Berater, den Rumpf wieder homogen zu lackieren und noch die Maserung der Kieferleisten sichtbar zu halten, habe ich mich entschlossen den Rumpf mit einem Mahagoni-Furnier zu laminieren. Details dazu sobald die Arbeiten erfolgt sind. Sobald die Mahagoni-Furnier Laminierung perfekt ist wird diese mit GFK und Epoxid laminiert und poliert. Anschließend plane ich durch einen Fachmann den Rumpf unterhalb der KWL mit einer Steinschlagschutzfolie für PKWs in einem Stück zu laminieren. Damit soll der Rumpf vor Beschädigungen, die schon durch das auf das Kiesufer fahren und durch die Handhabung entstehen können, zu schützen.

Das Deck wird ein Schanzkleid von etwa 1 cm Höhe erhalten mit einem Handlauf aus einer Mahagoni-Leiste. In dieses Schanzkleid werden Vorrichtungen eingebaut, um selbst gefertigte Leuchtkörper einzusetzen, welche das Deck im Dunklen indirekt beleuchten, aus gelben Licht-LEDs und diese werden dimmbar sein. Da insgesamt an die 36 Leuchtkörper mit je 2 LEDs eingesetzt werden, ist das Thema wie verschalten, wie mit Strom zu versorgen und wie zu Dimmen, bei gleichzeitiger Servicefreundlichkeit und Energie-Effizienz kein triviales Thema. Diese Lösung muss zuerst gefunden werden, damit die Verdrahtung erfolgt, bevor die Scheuerleiste und die Sperrholzaufgabe erfolgen können.

Das Deck bekommt außerdem noch 4 Strahler mit starken LEDs ausgestattet, welche die Segel bei Nachtfahrten dimmbar beleuchten. Alle Dimm-Funktionen erfolgen selbstverständlich über die Fernsteuerung steuerbar.

## Deckbruch

Bild 49 und 50: Zwei Bilder von Achtern. Man erkennt wie bis zur Mitte bereits der Deckbruchvorbereitet ist, aber auch, wenn man es weiß, die Alu-Plattform, die sich mittig zwischen dem ersten und zweiten auf dem Bild sichtbaren Deckbruchaluleisten befindet. Beim Spiegel habe ich Änderungen geplant, weshalb das Ganze noch nicht ausgearbeitet ist.

Bild 51: Die folgende Aufnahme zeigt gut erkennbar, wie der Decksaubau in der Decksöffnung steckt und um wieviel er noch flacher wird. Etwa 5-7 mm über der jetzt sichtbaren Kragenhöhe.



Bild 49



Bild 50

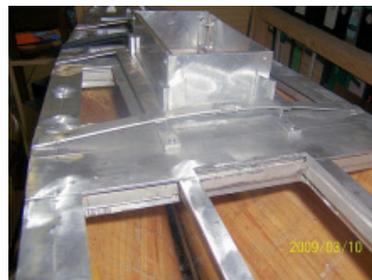


Bild 51



Bild 52

## Steuerrad und Kompassrose, Vorarbeiten

Bild 52 rechts oben: Hier die Plattform für das Steuerrad und die Kompassrosensäule. Auf diese Plattform kommt ein selbst zu bauendes Steuerrad, welches über einen kleinen, 12 mm Außendurchmesser Schrittmotor betätigt wird. Der Schrittmotor stammt von unserem großen Werkstoffhof, wo ich Alt-PCs ausgeschlachtet habe und mir die Floppy- und CD-Laufwerke holte. Diese Schrittmotoren werden dafür sorgen, dass sich das Steuerrad vorbildgerecht dreht, je nachdem wie das Ruder betätigt wird. Weiterhin kommt eine Kompasssäule, mit funktionsfähigem Kompass vor das Steuerrad. Ich habe als kostenloses Muster einen

magnetischen Kompass-IC vom Hersteller bekommen und der wird die Richtungsinformation liefern. Die wird dann ausgewertet und die Kompassrose, durch ebenfalls einen kleinen Schrittmotor, vorbildgerecht betätigt.

## Mastdurchbruch

Bild 53: Hier folgt jetzt die Plattform für den Mastfuß. Diese Alu-Platte ist voll parallel zur KWL-Ebene des Bootes ausgerichtet. Der Mast steht also, bezogen auf diese Plattform, senkrecht wenn das Boot im Wasser schwimmt. Auf diese Alu-Plattform wird eine weitere kleinere Alu-Platte kommen, auf welcher das Sperrholz ruht. und auf diese Alu-Plattform dann eine quadratische 5 mm starke Messingplatte die über die Decksbeplankung herausragt und mit 4 Messinggewindestangen und entsprechenden Messing-Muttern fixiert wird, damit es echt wirkt. Ich habe dieses noch nicht, da mein Standbohrer nicht in der Lage ist, auch mit einem Stufenbohrer, sauber eine 15 mm Durchmesser-Bohrung in die Messingplatte auszuführen.

Bild 54: Hier eine Ansicht von vorne des Rumpfes mit aufgesetztem Deck. Man sieht, warum ich mich zur Mahagoni-Furnierung entschlossen habe.

Bild 55: Hier der Blick von Achtern, man sieht das der Spiegel noch beendigt werden muss!



Bild 53



Bild 54



Bild 55

## Elektronik

Da jetzt erst mal eine längere Pause erfolgt bis ich den Baubericht fortsetze, es wäre mehr ein Elektronik-Bericht, noch kurz was zur Zielsetzung und der Steuerung des Bootes. Mein Fernziel schon bei der ersten Voilier, der Sabrina, ist ein Modellsegelboot, dass eigenständig einen Regattakurs optimiert fahren kann. Dabei ist auch der Bau eines Genua-Vorsegels und eines Spinnakers geplant. Die Sabrina dient als "Technologieplattform" und wird daher erst viel später fertig werden, da dort alle Techniken vorhanden sein sollen. Die Carina ist der Zwischenschritt, der viele Grundlagen vergleichsweise einfach bereitstellen soll und mir ab 2010 zum Segeln zur Verfügung stehen wird. (Anmerkung: ich hoffe jetzt auf 2011!)

Ein Zwischenergebnis dieses Langzeitprojektes war ein Projekt Motorregler in einem Paralleluniversum. Mein Freund und fähiger pragmatischer Mitstreiter bei der Elektronik-Grundlagenentwicklung, Torsten, hat bei RCline.de einen exzellenten Einführungskurs in Selbstbauelektronik veröffentlicht. Aus diesen Arbeiten steht als Ergebnis die Atmel Controller als Kernbausteine. Die Funktion Signale vom Empfänger zu dekodieren und weiter zu verwenden steht zur Verfügung. Auch ein Motorregler.

In einem ersten Schritt werte ich also die Signale vom Empfänger meiner FM14 Nautik Fernsteuerung von robbe aus und kommuniziere über den I2C-Bus mit anderen Controllern die weitere Funktionen implementieren sollen. So wird der Controller also die Steuersignale für ein Servo für die Ruderbetätigung ausführen und die Signale parallel an einen Controller senden, der die Impulse für das Hitec-Servo erzeugt. Einen weiteren Controller, der diese Signale verwendet, um den Schrittmotor für das Steuerrad zu betätigen. Genauso gehe ich mit dem Schrittmotor vor, der die Windenfunktion bereitstellt. Das Bordnetz wird aus Konion-Akkupack, 2P8S oder 2P9S versorgt, eventuell, falls erforderlich kann ich auch 4P8S oder 9S Akku-Packs einsetzen. Damit steht dem Schrittmotor eine Speisespannung zwischen gut 36 V bei vollen Akkus und 27 V bei leeren Akkus zur Verfügung. Die Höhe der Speisespannung ist bei Schrittmotoren entscheidend, wie schnell und wie kraftvoll diese ihre Dienst verrichten können. Anmerkung: Inzwischen Ende November 2010 bin ich bei den Akku-Zellen auf LiFePo4 mit je 16 Ah in einem 12S1P Akku-Pack übergegangen!

In einem 2. Schritt werde ich von der robbe Funke auf eine Selbstbau-Funke mit 2,4Ghz übergehen. Das ist recht einfach und rechtlich zulässig, da die Module mit Zulassung wie eine RS232 Kabelleitung funktionieren. Man spart sich das Dekodieren der Empfängersignale.

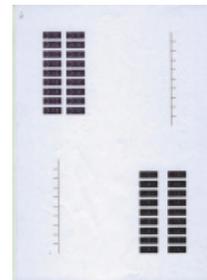
Ein 3. Schritt wird es sein die Funke zusätzlich mit einem großen Farbdisplay mit Touch-Panel Funktion auszustatten, so dass man dann auch Telematik-Daten vom Boot zurück erhält. Der 4. Schritt ist es dann, basierend auf dieser Infrastruktur, das intelligente, selbstständige Navigieren des Seglers zu erreichen. Ich hoffe ich bin vor der Vollendung noch am Leben.

## Beleuchtungskörper

Nach langer Zeit wieder mal ein Beitrag. Nachdem der erste Versuch "normale" SMD-LEDs für die Herstellung der Leuchtkörper für die indirekte Decksbeleuchtung gescheitert war, die LEDs hatten eine viel zu geringe Leuchtkraft, jetzt meine Arbeit an den nun hoffentlich geeigneten LEDs. Da ich immer wieder von Toner-Methode lese, nachdem ich immer wieder von Problemen lese Platinen selber zu ätzen, hier ein Bericht der die Erstellung der Leuchtkörper für die Carina beschreibt. Ich plane 50 Stück herzustellen, die alle so werden müssen, dass jeder Leuchtkörper in jede Fassung passt. Als ersten Schritt habe ich mit dem kostenlosen CAD-Paket SolidEdge 2D Drafting die Platine gezeichnet auf der die LED gesetzt wird.

Ich habe bei der ersten Version am Drucker leider doch die falschen Einstellungen verwendet und bekam dann als Platine genau die mindere Qualität. Wer die hochauflösten Bilder sehen will um den Unterschied zu erkennen, der sollte auf flickr.com gehen, siehe den Link bei Eigenschaften zum Bild hier. Bei meinem Multifunktionsdrucker Canon MP830 habe ich als Papier "High

Resolution Paper“ gewählt, höchsten Kontrast und dunkelste Bilddarstellung. Der nächste Schritt besteht nun darin, aus einer Tintenstrahlfolie ein Stück herauszuschneiden, und mit Tesa-Band auf den Ausdruck über den auf die Folie zu übertragenden Bild befestigen. So verbraucht man nur die Menge Folie die man für den Film braucht und kann den Rest später weiter verwenden. Dann führt man das Papier mit der aufgeklebten Folie wieder in Papiermagazin des Druckers, so dass ein erneuter Ausdruck genau an der gleichen Stelle erfolgt. Dazu zeichne ich mit einem Filz einen kleinen Pfeil auf das Papier, hier oben links zu erkennen. Die beiden senkrechten Linien auf dem Papier sind Marker die ich für das saubere positionieren der kleinen Platinenbilder verwendet habe. 9 Platinen, 19x7 mm, passen genau auf die zu belichtende Platine, daher die 9x2 Anordnung.



### Das Belichtungsgerät

Hier nun mein Belichtungsgerät. Ich habe es aus einem Gesichtsbräuner, der, ist man ein so guter Ebay-Einkäufer wie unser Torsten, bei der Bucht schon für 1,- Euro zu kaufen ist. Oben erkennt man die Glasscheibe, eine "nicht Matte" Bilderrahmenscheibe, auf welche der Film und die Platinen gelegt werden. Über die Öffnung kommt eine passende Holzplatte mit Schaumstoff auf der Unterseite damit Folie und Platine aufeinander gepresst werden. An der Vorderwand sieht man die Zeitschalteruhr des Gesichtsbräuners herausgeführt.



Auf diesem Bild links sieht man den Gesichtsbräuner, den ich so in der Box befestigt habe, dass die Leuchtröhren mittig und parallel zur Glasfläche angeordnet sind. Man will ja eine gleichmäßige Beleuchtung über die gesamte Glasoberfläche haben. Auch ist hier der Rahmen aus Alu zu sehen, den ich um die Öffnung gelegt habe. Der dient dazu, dass beim Einsetzen des Deckels in die Öffnung der Deckel zitterfrei senkrecht geführt wird und die Platine und die Folie sich nicht verschieben. Außerdem hat man so eine saubere Anlegfläche, falls ich 2-seitige Platinen belichten möchte. Es kann durch Anlegen an den Alu-Rahmen in einer der 4 Ecken garantiert immer die exakte Position der Platine und Folie erreicht werden.

Bild rechts: Mit dem Deckel der Belichtungseinheit



Jedes so gebaute Belichtungsgerät hat, je nach Konstruktion, Abstand der Röhren zur Glasplatte, Art des Glases, vielleicht auch Stärke der Röhrenleuchten, eine andere Mindestbelichtungszeit. Bei meinem Belichter müssen es mehr als 6 Minuten sein. Ich verwende Platinen von Bungard, bei Bungard direkt bestellt. Diese Platinen sind sehr tolerant, was eine zu lange Belichtungszeit angeht. Auch scheint mein Drucker so lichtdicht zu drucken, dass ich auch nach 8 Minuten Belichtungszeit keine Qualitätsprobleme bekomme. Wenn man seinen Belichter einrichtet, belichtet man eine Platine in Form eines Streifens, und deckt sie zu 90% mit etwas garantiert Licht dichten Material ab. Dann belichtet man die Platine 1 Minuten z. B., deckt ein weitere 10% großen Abschnitt der Platine frei und belichtet eine weitere Minute. Das kann man dann wiederholen in 10% Schritten bis die Platine komplett frei und belichtet ist. Man hat nach den 1. Abschnitt insgesamt 10 Minuten belichtet. Nun kann man nach dem Entwickeln erkennen bei welchen Abschnitten man die gewünschte Abbildungsqualität hat und kennt so den Parameter "Belichtungsdauer" für "seinen" Belichter!

### Das Entwickeln

Die so belichtete Platine kommt in ein Entwicklungsbad. Ich verwende dazu die roten Ferrero Plastikboxen. Während die Platine im Belichtungsbad ist verwende ich einen speziell hierfür aufbewahrten Pinsel und bewege mit diesem die Entwicklungsflüssigkeit über der Platine. Nach einer Weile löst sich eine schwarze Trübung von der Platine. Meine Erfahrung ist, dass ich keine Probleme bekomme wenn ich die Platine auch mal 15 Minuten in der Entwicklungslösung lasse. Ich lasse die Platine eigentlich etwa 1 Minute länger im Bad als der Zeitpunkt wo ich zuletzt diese schwarzfarbene Trübung von der Oberfläche der belichteten Platine sich lösen sehe. Dann nehme ich die Platine mit der Hand heraus, trockne diese ein wenig mit einem Stück Haushaltstuch und spüle die Platine gründlich unter fließendem Wasser. Leider habe ich vergessen ein Bild von der Platine belichtet und entwickelt zu machen. Die kleinen Platinen erscheinen dann dunkel, leicht grünlich, auf der Oberfläche der Platine.

### Das Ätzen

Jetzt fülle ich Ätzflüssigkeit in eine ofenfeste Glasschüssel und setze diese auf meinen Gas-Campingkocher, wie auf dem Bild gezeigt. Jetzt erwärme ich die Ätzlösung in der Glasschüssel. Sobald ich erkenne, dass die Ätzlösung sich etwas erwärmt hat, lege ich die belichtete Platine in die Ätzlösung. Auch diese Ätzlösung stammt von Bungard und hat eine leicht bläuliche Farbe. Ich bewahre sie in einem Glas mit Deckel auf und beschrifte das Glas mit der Warnung, dass das was drin ist giftig ist und dem Datum des Ansetzens. Die hier verwendete stammt vom September 2009.

Einen weiteren dafür reservierten Pinsel, ich bewahre diesen auf, nachdem ich in mit Haushaltspapier gut getrocknet habe, anschließend mit sauberen Wasser gut gespült und zuletzt mindestens 24 Stunden in einer Seifenlauge gelegt habe. Hier nehme ich Geschirrspülmittel. Ich lasse den Kocher die Ätzlösung erwärmen und rühre immer wieder mit dem Pinsel die Ätzlösung, um eine gleichmäßige Erwärmung der Ätzlösung zu erhalten. Es ist wichtig den Ort an dem man die Platine ätzt während der Arbeiten gut zu lüften, ich verwende auch eine Maske die vor chemischen Dämpfen schützt und eine Skifahrerbrille. Der Grund sind die von der Lösung aufsteigenden Dämpfe, welche die Augen reizen, und wer weiß was sonst noch anrichten können. Lässt man die Lösung einige Sekunden ruhen, also nicht mit dem Pinsel rühren, so sieht man wie über dem Kupfer Gasblasen entstehen. Man sieht ebenfalls die Schlierenbildung in der Flüssigkeit durch das Erwärmen mit dem Gaskocher. Das Rühren soll also die Schlierenbildung unterdrücken, also die Erwärmung

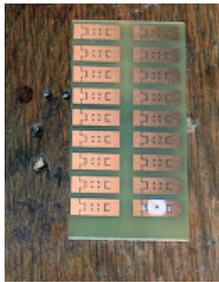


gleichmäßig bewirken. Kurz nach dem die Flüssigkeit beim Erwärmen direkt über den Flammen des Kochers anfängt zu blubbern, lösche ich den Glaskocher. Nun fahre ich laufend mit dem Pinsel über die Platinenoberfläche und halte mit einem kleinen Holzstab die Platine fest, damit sie nicht im Glas herumschwimmt. Nach einiger Zeit bemerkt man, wie die Kupferflächen ihre Farbe verändern, besonders an den Rändern der Platine verschwindet das Kupfer bei mir zuerst. Ich habe auch immer zwischendurch den Gaskocher einmal verwendet, um die Ätzflüssigkeit wieder bis zum Beginn des Blubbens zu bringen. Der Ätzvorgang braucht keine 5 Minuten!

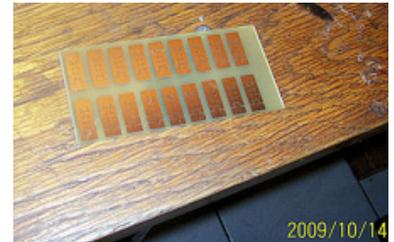
Ich ätz die Platine vielleicht 15-30 Sekunden über die Zeit bis zu welcher ich meine dass alles Kupfer das weg soll auch weggeätzt ist. Der Grund ist, dass ich sicherstellen möchte dass auch in den feinen Strukturen, hier 0,6mm breite kupferfreie Bahnen, als Kupfer weggeätzt wurde. Ich entnehme die Platine, dabei trage ich meine Latex-Handschuhe, wobei ich mit dem Holzstäbchen die Platine aus der Ätzflüssigkeit an einer Ecke hebe und verwende hier zu wieder ein Stück Haushaltspapier. Jetzt trockne ich die Platine mit dem Haushaltspapier und spüle anschließend die Platine sehr gründlich mit klarem Wasser.

## Das Ergebnis

Jetzt noch ein Bild bei welchem ich die LED von Hand in seine spätere Lage gesetzt habe.



Auf dem Bild links kann man schön die Strukturen auf den kleinen Platinchen erkennen. Links wird die Kathode der LED platziert. In der Mitte ist ein kleiner Kupferkreis mit 4 Stegen. So kann ich genau den Ort an dem ich die Lötpaste hier auftragen muss! Dort kommt in die Mitte des Kupferkreises ebenfalls Lötpaste, da dort die Wärme der LED hauptsächlich abgeführt wird. Dieser Kontaktpunkt hat die gleiche Polarität wie die Anode rechts. Zur Markierung der Position an der die Anode der LED festgelötet wird habe ich ein kleines U ausgeätzt. Es wird eine kleine Herausforderung sein die LED so sauber auf ihre Position zu setzen, dass kein Kurzschluss entsteht und die Lötpaste beim Absetzen der LED nicht verschmiert wird.



## Löten und Reflow-Löten

Die nächsten Schritte werden sein das Auftragen der Lötpaste zu üben. Ich habe hierzu sogenannte Feinpitch 6 Lötpaste und die Nadeln für die Kartusche bei Martin-SMT gekauft und bei GLT-Löttechnik einen "Kolben" um die Lötpaste aus der 5ccm Kartusche zu pressen. Ich werde hierzu die Lötpaste in einem versiegelten Plastikbeutel in 28 Grad warmen Wasser auf Temperatur bringen. Dann werde ich einen Test mit meinem Reflow-Ofen machen, um das Schmelzverhalten der Lötpaste zu prüfen. Der Grund ist, dass zum Löten nach dem Reflow-Verfahren ein Temperaturprofil gefahren werden muss, damit die Gehäuse, hier die LED-Gehäuse, nicht durch die Erwärmung Schaden erleiden. Dabei werden Temperaturen oberhalb der 217 Grad Celsius für eine Höchstdauer von 100 Sekunden, sowie eine Temperatur von 245 Grad Celsius über einen Zeitraum 10s < X > 30s gefahren. Da ich mit der Signalverstärkungsschaltung des PT1000 Fühlers noch auf Kriegsfuß stehe, fahre ich das Temperaturprofil von Hand und der Temperaturanzeige durch ein Multimeter mit Temperaturmessung. Bei den Versuchen werde ich jene Temperatur ermitteln, bei der die Lötpaste gerade geschmolzen ist.

Hier eine Gesamtansicht des Selbstbau-Reflow-Ofens:

Der Ofen, über Amazon für knappe 30,- Euro gekauft hat kaum Plastik, besteht fast nur aus Edelstahl. Er ist in einer Box aus feuerfestem Dämmmaterial untergebracht, die oben eine leicht ansteigende Form hat, damit die Wärme, die beim Betrieb des Ofens entsteht nach vorne abgeleitet wird und keine Brandgefahr verursacht. Habe übrigens einen Schaumfeuerlöscher bestellt und plane gerade die Einrichtung einer Feuermeldanlage, die im ganzen Haus Detektoren haben wird und im ganzen Haus zu hören ist. Sicher ist sicher! Ich erwarte noch in diesem Jahr die Elektronik gebaut zu haben, damit der Ofen ein Temperaturprofil nach dem Datenblatt jedes ICs fahren kann. Das Graphik-Display habe ich schon, wie auch die Solid-State-Schalter mit Optik zur Trennung von Netzstrom zu Logikschaltung. Die Elektronik wird die 2 Heizspiralen im Backofen steuern und auf dem Display das Fahren des Lötprofils anzeigen.



## Erkenntnisse und Probleme

Ich habe zuerst Lötpaste bei Conrad gekauft. Diese besitzt keine Datumsanzeige der Herstellung. Bei dem Versuch eine Probe der Lötpaste auf einer nackten Platine schmelzen zu lassen, um so die Genauigkeit oder Ungenauigkeit der Digitalanzeige des Multimeters zu verifizieren schmolz das Lot nicht. Nicht einmal als ich die Temperatur auf bis zu 350 Grad Celsius erwärmt hatte. Legte man den LötKolben an, so floss das geschmolzene Lot sofort, im Ofen jedoch nicht.

Könnt ihr euch meine Verzweiflung vorstellen. Ich habe dann bei Conrad die Lötpaste ersetzt bekommen und immer noch nichts. Bis endlich ein Mitglied in einem Forum berichtete, das gleiche Problem gehabt zu haben. Die Oberfläche wirkte nur wie verdorrter Sand, schmolz aber nicht. Sein Ergebnis war, dass die Lötpaste zu alt ist. Conrad war nicht in der Lage Lötpaste mit Datumsangabe zu liefern.

Ich habe dann im Internet recherchiert und mir eine Lötpaste zum SMD-Löten im Reflow-Verfahren gekauft. Klappte ebenfalls nicht, trotz Altersangabe! Was war? Ich bin einem Schlawiner aufgesessen! In den Unterlagen stand, dass die Lötpaste bei 280 Grad Celsius schmilzt, viel zu heiß für alle SMD Bauteile! Der hat wohl billiges China-Zeug, nicht für normales SMD-Reflow-Löten geeignete Lötpaste billig gekauft und an Dumme wie mich verkauft! Nun spielte der Preis keine Rolle mehr und ich habe nach einem ernsthaften Lieferanten gesucht. Ich fand auch einen und bekam ein Muster, eine 10ccm Kartusche kostenlos

zugeschickt. Jetzt meine Überraschung. Das Datenblatt zur Lötpaste sagte, das bei 242 Grad Celsius das Lot zu schmelzen beginnt und bei 250 Grad abschließt. Im Ofen, das Multimeter zeigte 242 Grad an, schwupp, floss die Lötpaste! Bei 245 Grad hatte ich den Eindruck ein hervorragendes Bild des Lotes zu haben. Das Temperaturprofil kann von Hand hinreichend exakt gefahren werden und das Multimeter ist perfekt kalibriert! Das ist ein Traum. Man trägt mit der Kartusche und entsprechenden Nadeln/Düsen die Lötpaste auf die Pads, setzt das Bauteil auf, rein in den Ofen und keine 10 Minuten später hat man perfekt und Lötbrückenfrei seine Bauteile verlötet. Das alles bei nur 50,- Euro plus Porto Investitionskosten für den Ofen! Da ich aber auch größere Bauteile als die LEDs verlöten möchte habe ich mich weiter schlau gemacht. Es gibt Lötpasten mit Partikel unterschiedlicher Größen nach Kategorien eingeteilt. Die Feinsten Lötpasten sind der Kategorie 6!

Die beste Quelle für die Beschaffung von Kleinstmengen ist die Firma Martin bei München. Dazu später im Bericht mehr.

### Beleuchtungskörper, die nächste Runde

Jetzt nochmal zu den Leuchtkörpern im Modellsegelboot. Das Ziel ist es im Schanzkleid integriert, sowie beim Steuerrad und bei den Niedergängen bei den Deckaufbauten kleine Leuchtkörper zu integrieren, die einen kleinen Lichthof erzeugen und nur die Deckoberfläche beleuchten. Dazu hatte ich zuerst kleine und relativ preiswerte gelbe LEDs von OSRAM vorgesehen mit 20-30mA im PLCC2-Gehäuse. Bei den Versuchen mit den LEDs stellte sich heraus, dass diese so wenig Licht abgaben dass ihr Einsatz, insbesondere mit meiner Absicht diese zu dimmen, unsinnig wurde. Nach langer Suche habe ich eine Quelle gefunden die mir gelbe LEDs mit bis 350mA Strom und 2,7V Spannung ermöglichen. Das hatte jedoch 2 Probleme zur Folge: 1. Statt 200 LEDs für circa 6,-Euros kostet nun jede einzelne LED etwa 1,20 Euro! 2. 20mA oder 350mA Strom und 2,7V statt 2V führen statt 0,04 bis 0.06 W pro LED zu einem Leistungshunger von knapp 1W! Das Mal 36 ist ein Wahnsinn.

Das Problem wurde noch komplexer als ich mich mit dem Problem befasste wie diese LEDs zu verschalten wären, da sie ja auch dimmbar sein sollen. Normalerweise ist das Betreiben einer LED völlig unkritisch. Man verwendet die vorhandene Bordspannung von z.B. 5 V, berechnet einen Widerstand der den Strom auf das zulässige Maß begrenzt, das war es! Wenn man aber 36 LEDs im Einsatz hat mit je einem Leistungsbedarf von knapp 1W würde man ein zweites Watt in solchen Widerständen in Wärme umwandeln! Also 36Wh zur Heizung! Ein weiteres Problem ist die Wartung, die Diagnose und die Fehlererkennung und Behebung. Da ich eine Bordspannung mit einem Selbstbau-Akku aus Konion 2500 Zellen plane, irgendwo zwischen 8S2P und 10S4P, (die hohe Spannung damit der 3Nm-Schrittmotor der Selbstbauwinde auch bei größeren Drehzahlen noch kraftvoll ist) irgendwo zwischen 24V, Zellen leer (8S) und 41V Zellen voll liegen wird (10S) ist der Gedanke nahe die LEDs in Ketten zu organisieren, um die verfügbare hohe Bordspannung zu nutzen. Die Recherche ergab, dass es wegen des geplanten Einsatzes von Akkus in Elektroantrieben, bei den Leuchtkörpern im Auto und bei der Straßenbeleuchtung in den Kommunen einen sehr großen Bedarf für Steuer-ICs für Akku-Packs und spezielle LED-Treiber-Bausteine mit Dimm-Funktion auf dem Markt gibt und ständig Bewegung herrscht.

Entschieden habe ich mich für den MC34844 von Freescale, der intern aus einer niedrigen Spannung von bis zu 30V bis zu 60V für die LED-Leisten mit einem Boost-Schaltkreis erzeugt. 10 Kanäle = LED-Leisten, je bis 50 mA und diese parallel schaltbar bietet ein C34844. Das ganze unter Programmkontrolle steuerbar und mit Diagnose-Funktionen bei Ausfall von LEDs als offene, also unterbrochener Stromkreis, Kurzschluss gegen Erde und Kurzschluss gegen plus-Pol. Dann gibt es noch eine Firma, die hat eine Schaltung, die bei Ausfall einer LED in einer LED-Leiste verhindert, dass alle LEDs dieser Leiste ausfallen. Hier nur die von mir angepeilte Lösung. Auf den Weg dahin habe ich unterschiedliche Konzepte und ihre Folgewirkung studiert. Das Ganze hat natürlich eine gravierende Auswirkung darauf wie die Leitungen im Deck verlegt werden müssen und verhindern daher das Deck mit Sperrholz zu verkleiden. Das Arbeiten würde dann sehr behindert werden. Stellt euch vor, ich habe immer 16 LEDs in Reihe geschaltet. Dann würden normaler Weise alle 16 LEDs ausfallen. Wie weiß ich welche LED betroffen ist? Jetzt habe ich meine Lösung gefunden. Ich verwende die „high brightness LEDs“, auch von OSRAM und steuere diese mit einem mega8 Controller im TQFP32 Gehäuse. Da Oberflächen montierte Bauteile kein Problem mehr sind und auch der MC34844 in diesem Gehäuse kommt, kann ich so eine sehr kompakte Platine realisieren.

Ich hatte ja bereits früher geschrieben, wie die einzelnen Leuchtkörper aussehen. Ich möchte jetzt auf eine weitere Herausforderung verweisen, welche es nötig machte meinen Fuhrpark an Geräten in meiner Werkstatt auf Luxus-Standard zu bringen!

Alle 50 Leuchtkörper, auch solche die ich in der Zukunft mal nachbaue, müssen in jede der 36 Fassungen passen. Das heißt, die 3 mm Bohrungen in den Messingblöcken an beiden Enden des Leuchtkörpers müssen immer so exakt gleich liegen, dass ich eine Madenschraube dadurch in die M3-Gewindebohrungen der Messingkontakte in der Fassung passen müssen! Das ist nur durch eine Vorrichtung zu erreichen. Ich habe also aus einem Stück eines 5 mm starken Alu-Flachprofils eine Vorrichtung gebaut. Meine alte Bohr- und Fräseinrichtung mit einem Bosch-Bohrschlaghammer war eine Katastrophe. Nur 20% der Bohrungen waren hinreichend exakt, trotz eines guten Koordinatentisches, gesetzt. Ich habe mir also eine BF20L Bohrfräsmaschine von Optimum geleistet!



Das war ein Erlebnis! Alle Bohrungen lagen perfekt!

Dann habe ich in die Messing-Leisten, 5x5 mm Querschnitt, die Bohrungen mit 3mm Durchmesser gelegt. Jetzt habe ich die Messing-Leiste mit einem 5x5mm Querschnitt gefräst und so die Nut, 1,8 mm tief gefräst. Die Platine ist 1,5 mm tief, also bleiben 0,3 mm um das Lot durch die Oberflächenspannung gut einfließen zu lassen und so eine mechanisch stabile Lötverbindung zu erzielen. Siehe hierzu die Zeichnung die vorher schon gezeigt habe.

Alle 36 Bohrungen lagen perfekt und ich konnte die M3-Schrauben durch die Bohrungen in den Messingleisten in die Alu-Platte schrauben!

Ihr seht also die Vorrichtung, welche immer genau die 18 kleinen Platinen eines Belichtungsvorganges



aufnehmen kann und die dann im Reflow-Ofen mit den 18 LEDs verlötet werden. Anschließend werden mit den Fräser die Messingblöcke so getrennt, dass diese genau die in der oben gezeigten Zeichnung angegebenen Abmessungen hat. Hier muss natürlich vorsichtig vorgegangen werden, damit bei Trennen nur geringste Kräfte auf die Platinen wirken. Wer meint bis hierher hätte ich unendlich viele Probleme gehabt, der kennt das Letzte noch nicht! Die LEDs der 2. Generation haben ein anderes Gehäuse, welches das Platinen-Layout komplexer macht, aber Ok! Die LEDs können aber mit bis zu 350 mA versorgt werden! Das bedeutet die hierbei entstehende Verlustwärme



muss abgeführt werden! Da stellt sich heraus, dass die Platinen der ersten Generation nicht nur durch solche mit einem neuen Layout ersetzt werden, sondern auch die Platinen, bisher einseitig Kupfer beschichtet mit Epoxidkern, können nicht die erforderliche Wärmeableitung bewirken. Nach einigen weiteren Suchen fand ich bei Conrad im Business-Shop solche mit einem Alu-Kern, extra für Anwendungen mit einem hohen Bedarf an Wärmeableitung! Aber auch das wirft meine bisherige Planung über den Haufen! Der Alu-Kern würde bei einer normalen Verlotung die beiden Messingblöcke an den Enden der Leuchtkörper elektrisch leitend verbinden und so einen Kurzschluss verursachen! Was nun? Weitere Recherchen und Fragen in diversen Foren führten zu 3 Ergebnissen! Ich fange mit der leichtesten Lösung an.

Ich habe ein Muster einer elektrisch isolierenden, aber Wärme leitenden Folie bekommen. Diese Folie wird auf der Seite der Fassung zwischen den Messingleisten der elektrischen Spannungsversorgung und dem Alu der Deckskonstruktion gelegt. Die Messingleisten werden mit Kunststoff schrauben mit dem Alu-Deck verschraubt. So wirkt auch hier die Alu-Struktur des Decks als Wärmesenke.

Das 2. Problem ist wie isoliere ich elektrisch den Alukern der Platine von den Messingblöcken an den Enden der Leuchtkörper, aber mache die Verbindung Wärme leitend! Ich habe auch hier von einer Firma ein Muster eines Klebers bekommen, der elektrisch isolierend und Wärme leitend ist! Jetzt werden also die 18 Platinen in der Vorrichtung zuerst in ihrer Stellung so mit den Messingleisten verklebt, dass der Alukern keine elektrische Verbindung hat und außerdem so, dass der Kleber das Fließen der schmelzenden Lötpaste daran hindert mit dem Alu-Kern in Berührung zu kommen.

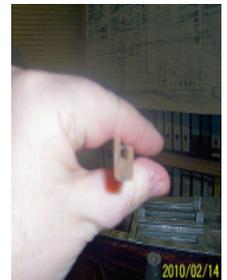
Das 3. Problem ist, wie kann ich frühzeitig verifizieren, ob alles richtig ist. Also nachmessen, vor dem Löten im Ofen, ob der Alu-Kern nicht die Messingblöcke zum Kurzschluss verbindet und dass auch zwischen dem Alu-Kern und den Kupferlagen auf der Ober- und der Unterseite der 2-lagigen Platine kein kurzer vorliegt. Natürlich muss das auch nach dem Löten überprüft werden. Die Lösung liegt darin, die Isolierfolie zwischen die Alu-Grundplatte und den Messingleisten und der unteren Kupferlage der Platine zu legen. Das zu verifizieren steht in Bälde an!

## Weiter am Deck

Nachdem ich in den letzten Wochen und Monaten sehr damit beschäftigt war Probleme zu lösen, die aus dem Bereich der Elektronik stammen, geht es jetzt mit dem Bau am Rumpf, bzw. dem Deck weiter. Wie ich schon berichtet habe, musste der Rumpf für die Ausstellung der Jahresarbeiten an der Schule meines Sohnes lackiert werden. Die nachfolgenden Arbeiten haben aber, wie ich es eigentlich vom ersten Rumpf schon kenne, eine Nachbesserung erfordert und die war leider ein Flop. So musste ich mich dazu entscheiden den Rumpf mit Furnier zu verkleiden. Dazu habe ich mir Mahagoni Furnier und eines helles, ich erinnere mich an den Namen des Holzes nicht mehr, besorgt. Aber dazu mehr wenn es soweit ist.

Der aktuelle Schritt ist es die Scheuerleiste am Deck anzubringen. Dazu habe ich zuerst die Mahagoni Leisten, die ich mir vom Schreiner hatte, mit dem von mir gewünschten Profil fräsen lassen. Ich hatte zu dem Zeitpunkt noch nicht meine Fräse.

Rechts oben ein Bild des Profils



Die längere Lippe gehört auf die Oberseite, die kürzere unten muss sich an die Rumpfschale schmiegen. Hier die Bilder:



Bild 69



Bild 70



Bild 71

Erste Trockenübungen, bei welchen ich die noch unlackierten Leisten anlegte, zeigten, dass die Leiste sich nur ungerne in der Form biegen lässt und wie ein Bogen dazu neigt nach oben oder unten auszuweichen und auch sich um die Längsachse zu verkanten. Ich habe daher die beiden Leisten in einer Vorrichtung in die Form gezwungen, nass gemacht und mit dem Bügeleisen bearbeitet. Es ist schon immer wieder beeindruckend wie Holz bei entsprechender Behandlung sich wandelt. In den Bildern oben sieht man die Leisten roh (Bilder 69, 70), und ein Bild der behandelten Leisten (Bild 71)

Rechts ein Bild zu meinen ersten Einsatz der japanischen Sägen die ich mir auf Empfehlung von Joedezibel gekauft habe.



Links sieht man das Bild eines speziellen Messers mit einer Schneide von nur 0,3 mm Stärke. Mit dieser "Säge" kann man so exakt schneiden, dass es sogar möglich ist ein Furnier von einer Stärke von nur 0,8 mm so in Streifen zu schneiden, dass die Schnittkante konisch ist. Damit soll unsichtbar versteckt werden, falls der Schnitt, trotz aller Bemühungen, nicht 100% gerade verläuft, einen Ausgleich zu schaffen, ohne das eine Fuge entsteht. Der Einsatz dieser Säge ist für den Furnierschnitt längs der Faserrichtung geplant.



Auf dem 2. Bild sieht man im Vordergrund die 2. Spezialsäge. Diese Säge hat einen Schliff der sie besonders geeignet macht quer zur Faserrichtung zu schneiden, ohne dass Absplitterungen entstehen. Das Bild mit dem Schrägschnitt der Leiste zeigt den mit dieser Säge gemachten Schnitt. Es bleibt aber ein weiteres Problem. Wie ich aus den Arbeiten an der Alu-Struktur des komplett abnehmbaren Decks weiß, lässt sich nichts ordentlich an Alu kleben. Auf der anderen Seite muss die Scheuerleiste, wie es der Name schon sagt, sehr gut befestigt sein, damit es die Funktion einer Scheuerleiste auch ordentlich erbringt.

In den 2 Bildern oben kann man zumindest mit meinem Hinweis erahnen, sorry ich bekomme nur schwer



gute Bilder mit meiner Kamera hin, wie ich das Problem löse. Ich habe entlang der Deckskante ein Alu-Flachprofil geschraubt, welches entlang der Außenkante viele Bohrungen bekommen hat. Auf dem Bild sind diese Bohrungen erst links angebracht, rechts kann man das Gegenstück sehen. Hier sind nur die Verschraubungen angebracht. Diese Alu-Leisten erfüllen einen weiteren sehr wichtigen Zweck! Die darunter liegenden "großen" Alu-Leisten müssen 100% drehresistent entlang der Längsachse sein, damit der Andruck der Dichtung gewährleistet ist. Es hat sich gezeigt, dass diese die Neigung haben sich entlang der Längsachse zu drehen. Diese zusätzliche Alu-Leisten für die Befestigung der Scheuerleiste



sorgen auch durch die Verschraubung mit den quer verlaufenden Alu-Leisten das diese Drehbewegung nicht mehr stattfinden kann. Auf dem 1. folgenden Bild kann man 2 kurze Alu-Stücke sehen, die speziell nur für den Zweck das Drehen zu verhindern angebracht wurden. An der auf dem Bild gezeigten Stelle war es nicht kritisch, da die Leisten schon so versteift sind, das ein Drehen nicht mehr möglich war.

Ich konnte aber so das Testen! Hier ein Bild:

Die Idee ist es das der Epoxid-Klebstoff beim Verkleben in diese Bohrungen zu fließt und so "Nieten" zu bildet, die durch die Bohrungen die Klebungen beidseitig des Alus mit der Profilleiste verbinden. Diese Niete stellen also eine feste Verbindung des Klebers beidseitig der Alu-Leiste dar und sollen ein Ausreißen unmöglich machen. Die Klebung erfolgt in mehreren Schritten.

1. Schritt ist die vorläufige Fixierung der Leiste an ausgewählten Punkten entlang der Deckskante mit 5-Minuten-Epoxid. Hier wird die Familie herangezogen, ich höre schon die lauten Proteste, die die Leiste die 5 Minuten in Stellung halten müssen. 3 Personen ergeben 6 Hände zum Halten. 2. Schritt wird das Eingießen von normalem Epoxid mit 40 Minuten Topfzeit. Dabei wird die Nut im Mahagoni-Profil mit Epoxid gefüllt und dieses kann in die entsprechenden Bohrungen fließen. Hinzuweisen ist noch, dass ich die Lackierung der Leisten mit G8 Lack gemacht habe, insgesamt waren es 6 Anstriche mit Schleifen bis die Oberfläche perfekt war.



### Schriftzug für den Bootsnamen

Auch die Lösung dieser Herausforderung, entstanden durch den Hinweis eines Mitgliedes eines Forums, nahm einige Zeit in Anspruch!

Es geht um die Schrift und die Art der Anbringung. Ursprünglich habe ich eine der Standardschriften von Microsoft einsetzen wollen, bis ich darauf hingewiesen wurde, dass die Carina ein Segelboot sei, da aus der Zeit vor dem Bauhaus-Stil, also aus der Zeit des Jugendstiles stammt und die Schrift dann sinnvoller Weise auch der Zeit entsprechen sollte!

Nun ist der Jugendstil eine Stilrichtung die sehr stark Verschnörkelungen einsetzt und diese auch ein Maß für den sozialen Status des Eigentümers sei. Nun sind aber stark barocke Schriften sowohl vom Blickpunkt der Realisierung als Intarsie, Einlegearbeit, eine gewaltige Herausforderung, wie auch die Lesbarkeit des Schriftzuges darunter leidet. Dank einem Modellbaufreund, der sowohl Graphiker wie auch Schreiner ist, habe ich, so denke ich eine gute Lösung mit seiner maßgeblichen Hilfe gefunden!

1. Hier die Schriftzüge in der beabsichtigten Schriftart:  
Carina als Namenszug des Seglers am Bug beidseitig angebracht!

Mit etwas Nationalismus und Heimatsstolz soll der Heimathafen, meine Geburtsstadt, auf dem Schanzkleid im Heck angebracht werden. Während der Namenszug Carina etwa das "C" 3 cm hoch haben wird, soll der Heimathafen am Schanzkleid knapp 1 cm hoch sein. Nun kann jeder, der sich die Schriften anschaut vorstellen, dass diese Schrift als Intarsie in Holz zu erzeugen, trotz meiner japanischen Spezialsägen, praktisch unmöglich ist. Der Meinung war auch mein "Fachmann"! Wie jeder guter Fachmann hat er mir dann auch eine Alternative aufgezeigt, welche ich jetzt umsetzen werde! Statt in Holz werde ich die Schriftzüge aus Messing erstellen und meine verfügbare Infrastruktur nutzen um einen Film zu erzeugen, eine Photo-Messingplatte von 0,2 mm Stärke belichten und ätzen. Der Clou aber ist der weitere Schritt!

**Carina**  
Guayaquil - Ecuador

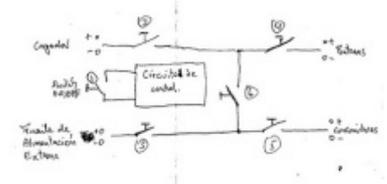
Ich belichte eine 2. Platte, aus Neusilber. Neusilber ist viel härter als Messing, 0,5 mm stark, mit dem gleichen Bild. Dann packe ich diese Neusilber-Platte mit dem Furnier zwischen 2 Metallplatten und spanne das ganze im Schraubstock ein. Nun presse ich die Neusilber-Platte in das Furnier und erzeuge so, in dem 0,8 mm starken Furnier einen Abdruck der identisch mit den dort einzulegenden 0,2 mm Messing-Buchstaben ist. Ich habe keinen Zweifel, dass der Abdruck mindestens 0,2 mm tief wird und so die Messingplatte der Buchstaben aufnimmt. Damit durch den Pressdruck keine Verformungen des Furniers später das Bild stören, wird einerseits durch Schleifen des Furniers, dass seitlich ausweichend die Längskante verändert, wieder gerade geschliffen. Andererseits erfolgt das Einpressen erst unmittelbar vor dem Aufkleben mit Patex des Furniers auf die Rumpfschale. So sollte die Klebung Verformungen oder Wellenbildung des Furniers verhindern. Durch das Lackieren mit G8 des Furniers soll ein sich wieder Heben des Furniers im Abdruck reduziert werden.

## Der intelligente Anschluß

Ich bin jetzt auch ein wenig mit der Definition der Funktionalität des intelligenten Panels der Carina vorangekommen. Das intelligente Paneel wird in einer der Deckaufbauten, von außen zugänglich, untergebracht ist. Nachfolgend die Skizze (falls die große Version benötigt wird, über Rechtsklick und Eigenschaften den Link zum Original holen und in voller Auflösung ansehen. „Cargador heisst „Ladegerät“, „Fuente externa de alimentación“ ist die „Externe Spannungsversorgung“):

Die Idee ist es am Panel am Segelboot folgendes vorzusehen:

1. An/Aus-Schalter
2. Buchse für den Anschluss einer externen Spannungsversorgung, gedacht ist an mein umgebautes PC-Netzteil plus der Spannungsverdoppelung von Conrad auf 24V.
3. Buchse für den Anschluss des Ladegerätes für den Akku-Pack mit A123 Lipo-Zellen.
4. Zu einem späteren Zeitpunkt soll das Modell auch per 2,4GHz-Funk an und ausgeschaltet werden können. Schließlich werden in der Praxis, z.B. bei der Gebäude-Elektronik, diese Module auch eingesetzt und über eine lokale Batterie versorgt. Die Module sind im "Sleep"-Zustand und verbrauchen nur uA Strom und können über die Funkstrecke oder über ein Interrupt, z.B. von einem physikalischen An-/Aus-Schalter aktiviert werden, um sofort nach dem Erfüllen ihrer Aufgabe wieder in den Schlafzustand zu wechseln, und das über Jahre! Die Steuerschaltung, und an der arbeite ich gerade mit der Hilfe eines Freundes aus Spanien, werden die 6 Schalter gesteuert. Die Zielsetzung ist es, dass die Steuerschaltung dafür sorgt, dass egal was der Benutzer anschließt, in jedem Fall nur sinnvolles passiert, also die "Unbedarften-Schaltung".



### Hier die Wahrheitstabelle:

Die verschiedenen Modi:

Um die Textmenge zu reduzieren, hier die verwendeten Abkürzungen:

Ladegerät: CA

Externe Spannungsquelle: FE

Akku: BA

Verbraucher: CO

Steuerschaltung: CC

An-/Aus-Schalter: SO

Schalter auf: SA unterbrochen

Schalter zu: SC leitend

"1": SA	1. CA angeschlossen, FE nicht, SO auf AUS
"2": SC	Das CC erkennt, dass der Stecker des CA eingeführt wurde, realisiert mit einer Schaltbuchse und wird daher dem
"3": SA	CC an einem Pin angezeigt, ähnlich wie beim An-/Aus-Schalter.
"4": SC	Jetzt schließt die CC "2" und "4" und ermöglicht es so dem Ladegerät den Akku zu „sehen“.
"5": SA	Da SO auf AUS steht, "1" auf Aus, "3", "6" und "5" Auf, so ist der Akku von den Verbrauchern und der Buchse der
"6": SA	FE getrennt.
"1": SC	2. CA angeschlossen, FE nicht, SO auf AN
"2": SC	Im Unterschied zum ersten Fall 1, versorgen die BA die CO und schließen die Schalter "4", "6" y "5", der "2"
"3": SA	verbindet über den „4“ die BA mit dem Ladegerät.
"4": SC	
"5": SC	Ist es zulässig Ladegerät am Laden der Akkus zu haben und gleichzeitig die Verbraucher vom Akku zu versorgen?
"6": SC	
"1": SA	3. CA angeschlossen, FE angeschlossen, SO auf AUS
"2": SC	Jetzt ist die FE von den CO getrennt, das CA lädt die BA, die Leitung zwischen den Akkus BA und den CO wird
"3": SA	durch "6" auf „Auf“ getrennt.
"4": SC	
"5": SA	
"6": SA	
"1": SC	4. CA Angeschlossen, FE angeschlossen, SO auf An
"2": SC	Jetzt versorgt die FE die CO, und "6" ist offen und so versorgt der BA die CO nicht, sondern FE. Gleichzeitig lädt
"3": SC	CA den BA.
"4": SC	
"5": SC	
"6": SA	
"1": SA	5. CA nicht angeschlossen, FE angeschlossen, SO auf AUS
"2": SA	

"3": SA  
 "4": SA  
 "5": SA  
 "6": SA

---

"1": SC 6. CA nicht angeschlossen, FE angeschlossen, SO auf An  
 "2": SA Jetzt versorgt die FE die CO und BA ist con den CO getrennt, da "4" und "5" Auf sind.  
 "3": SC  
 "4": SA  
 "5": SC  
 "6": SA

---

## Die Segel

Hier jetzt ein Bild, bei welchem man den Rumpf mit Mast sieht und mit den jetzt eingetroffenem Segelsatz ran gehalten.

So habe ich erstmals gesehen wie der Rumpf und die Segel zusammen aussehen



## Die Akku-Zellen

Nach langer Zeit endlich wieder ein neuer Beitrag zu meinem Seglerprojekt. Viele Herausforderungen an vielen Fronten halten mich davon ab ENDLICH die Rumpfschale mit dem Mahagonifurnier zu beplanken. Ich habe aus diesem Grund meine Aktivitäten an einer neuen Front eröffnet müssen, während ich auf Teile warte und auf der Suche nach Lösungen bin. Ich beschäftige mich jetzt damit die LiFePO4-Akku-Installation zu realisieren. Hier ein Bild von der einen Zelle die ich mir jetzt gekauft habe



Bild 83



Bild 84



Bild 85

Die Akku-Zelle hat eine Kapazität von 16Ah, einen Durchmesser von 40 mm und eine Länge des blaufarbenen Zylinders von 160 mm. An beiden Enden wird die Zelle mit einer M6 Gewindebohrung geliefert, in welche eine Unterlegscheibe und eine M6 Kreuzschlitzschraube angebracht ist. So kann man die Verbindungen zwischen den Zellen durch das Anschrauben einer Kupferlitze schaffen und auch wieder lösen. Da die Zelle bis zu 100A Dauerstrom bereitstellen kann erklärt sich der große Durchmesser der Schraubverbindung. Hier noch zwei Aufnahmen der Stirnseiten der Zelle um die Schraubverbindung zu zeigen

Da die Zellen je 34,90 Euro kosten habe ich aus Geldmangel erst mal nur eine Zelle als Vorlage erworben, um für den Bau der Akku-Box mit Verteilerkasten, Akkuzellen-Imitationen zu bauen. Ich habe hierzu im Toom-Baumarkt die günstigste Quelle gefunden Buche-Rundstäbe von 1 Meter Länge zu kaufen, 2 Stück, je 40 mm Durchmesser. Mit der Drehbank habe ich die Abschnitte für die einzelnen 16 cm Zylinder getrennt und dann exakt auf Maß Plangedreht. Hier einige Bilder der Holzzyylinder zum Bau der Akku-Imitate: Hier sieht man die 12 im Rohbau erstellten Akku-Imitate und die eine verfügbare Akku-Zelle:



Bild 86



Bild 87



Bild 88



Bild 89

Hier eine Aufnahme von der Stirnseite. Diese strenge pyramidenform ist allerdings so hoch, dass der Einbau einer Endlosschot oder/und der Zauberbox kritisch wird

Hier kann man die original Akkuzelle am zukünftigen Einbauort sehen. Die Akkuzelle passt über ihre gesamte Länge in den Boden des Rumpfes, der mit Blei eingegossen wurde.

Hier sind 3 der Akku-Imitate eingelegt, man kann erkennen wie sie möglichst weit hinten eingesetzt noch perfekt in den Rumpf passen und sogar noch Platz frei ist um eine Alu-Box darum zu basteln, welche die Akkuzellen in ihrer Position wasserdicht zu umhüllen.

Hier eine Ansicht der Original Akku-Zelle in der Position wo die unterste Zelle eingebaut wird. Man sieht achtern den Schrittmotor der den Einbau nach vorne begrenzt.

Hier sind man die 12 Akku-Imitate im Rumpf und erkennt, wie in der hier angezeigten Anordnung sowohl Platz für eine Alu-Hülle zwischen den Zellen und der Rumpfschale Platz ist. Diese Anordnung ist wesentlich niedriger als die oben gezeigte strenge Pyramidenform.

In dieser Abbildung kann man die 12 Akku-Imitate wie zuvor gezeigt sehen, allerdings in einer Aufnahme in der Rumpfschale und auf der vorderen Seite des Schrittmotors aufgenommen. Man sieht wie die Antriebswelle mit der 2-spuligen Trommel, hier mein Dank nochmals an Torsten für die Herstellung als ich noch keine Drehbank hatte. Die Trommel ist als Antrieb für die Endlosschot geplant. Man erkennt auch, dass die Akku-Imitate 11 und 12 außen höher sind und so der Endlosschot nicht im Weg.

Hier jetzt eine Zeichnung, welche die Akku-Box im Rumpf der Carina von der Stirnseite der Akku-Zellen zeigt. Man sieht angerissen, die Rumpfschale, darin die 12 Zellen und im Mittelbereich die Senke in welcher der Verteilerkasten der Akku-Packs kommt.



Bild 90



Bild 91

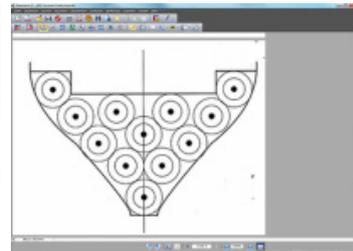


Bild 92

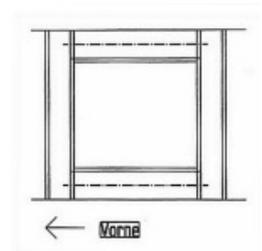


Bild 93

### Hier die Draufsicht.

Die rechteckigen Räume sind wie folgt:

- Vorne:  
Ganz vorne kommt eine Alu-Platte die sich an die Rumpffläche innen schmiegt und mit der dahinter liegenden Akku-Box verschraubt ist und damit abnehmbar und wo durch die dünnen Dichtstreifen die ich über Didi bezogen habe 100% Wasserdichtigkeit erreicht wird. Die Tiefe der Box ist mit 30 mm gewählt, damit man dort die Schrauben mit Sechskantkopf und integrierter Unterlegscheibe einführen kann und an die Bohrungen führen kann und dort Verschrauben kann mit einem Schraubenschlüssel. In diesem Raum werden auch die einzelnen Leitungen von den Akku-Kontakt der diversen Akku-Zellen an den Verteiler in der Mittelsenke geführt. Die Schaltung des Verteilers kommt noch in den Bericht. Dieser erste Raum vorne wird nach hinten durch eine weitere Alu-Platte abgeschlossen, die ebenfalls an die dahinterliegende Box verschraubt ist und mit Dichtungsband wasserdicht gemacht. Hier ist geplant die Alu-Box mit einer selbstgemachten Pulverbeschichtung, beidseitig, gemäß dem Bei Bengs aufgeführten System, <http://www.bengs-modellbau.de/werkzeug/pulverbeschichten/waipulverbeschichtungssystem.php> aufzubringen, welches zur elektrischen Isolierung der Alu-Oberfläche verwendet wird und die durch ihre extreme Dünne nur gering die Wärmeableitung aus der Box beeinträchtigt. Es ist außerdem geplant in die Bohrung für die M6 Schrauben noch selbstgedrehte Isolierbuchsen einzusetzen damit über diese Alu-Fläche kein Kurzschluss erfolgen kann.
- Mitte:  
In dem mittleren Box passen die 12 Akkuzellen exakt von der Länge rein und sollen so liegen wie es durch die Geometrie der Akku-Box vorgegeben wird, wobei immer passend zur M6 Gewindebohrung der Akkuzellen eine Bohrung in der Akku-Platte ist, welche durch eine Kunststoffbuchse zusätzlich isoliert wird. Die Platten vorne und hinten sind, wie bereits geschildert, zusätzlich durch die Pulverbeschichtung isoliert.
- Hinten:  
Der Raum hinten ist das exakte Gegenstück zum Raum vorne, die Platten sind jedoch nur zu entfernen wenn die sonstigen Bestandteile der Akku-Box abgeschraubt wurden. Die ganze Konstruktion soll also ausbaubar sein.

Links und rechts sind in der Draufsicht die Strichpunktlinien der Zentralachse der Akkuzellen angezeigt, die weiteren habe ich der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

Ich werde die genaue Lage der Akku-Zellen empirisch bestimmen und mit den Imitaten der Akku-Zellen verifizieren. Statt der geplanten 5mm starken Alu-Platten werde ich 5 mm Pressplatten aus dem Baumarkt verwenden um preiswert die Lernkurve zu durchfahren bis alles passt.

So, die erste Akku-Imitation ist fertig. Wie immer ist man hinterher schlauer und weiß wie man sich die Arbeit hätte leichter machen können.

Hier kann man die Originalzelle und die Imitation nebeneinander sehen. was noch erkennbar ist, ist die unterschiedliche Länge mit der die auf Anschlag eingeschraubten Schrauben sitzen. Da werde ich noch im Grundkörper entsprechend eine Sackbohrung einsetzen.

In diesem Bild sieht man die 7 mm starke Scheibe mit der Bohrung und der eingesetzten Mutter, sowie der schraube von der Stirnseite.

Hier nur die Akku-Imitation. Links und rechts seht ihr die 7 mm starken Schrauben mit der Mutter. Die Holzscheibe wird mit Ponal Express auf die Stirnseite der Holzakkukörper geklebt, dabei bemühe ich mit sie so anzubringen, dass der kleine Fehler, was die Zentrumsfrage der Mutter angeht, ausgeglichen wird. Ich muss noch 18 Scheiben mit Bohrung machen. Ist das öde! So, nach längerer Phase ohne Weiterführung des Bauberichtes, aber mehrerer Fragestellungen, die auch hier Forum zu sehr hilfreichen Antworten geführt haben, nun eine Fortsetzung. Je nach Lust und Laune, Verfügbarkeit der benötigten Materialien und Informationen, arbeite ich an einem der vielen Baustellen parallel.



Bild 94



Bild 95



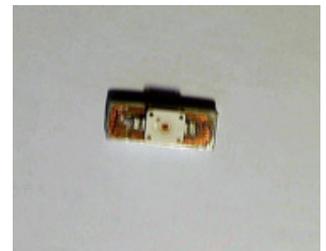
Bild 96

### Die Leuchtkörper für die Decksbeleuchtung

Man mag es gar nicht glauben, aber der Lieferant Gie-tec.de der Platinen mit dem Alu-Kern, 3 mm stark, war trotz Zusage bis heute nicht in der Lage das Material selber so zu ätzen, das Platinen geeigneter Qualität für die Leuchtkörper entstehen. Man bei Bungard erstens kein 3 mm starkes Alu-Platinen-Material bekommt, sondern nur normal starkes wie man es von den normalen Platinen mit Epoxidkern kennt. Diese nur in großen Platten die fast 300,- Euros kosten, inkl. Schneidekosten! Soviel Material dieser Art kann ich während der Haltbarkeit der Fotobeschichtung auch nicht nur annähernd verarbeiten, sprich verbrauchen. So bleibt nur Gie-tec, oder ich muss auf die bessere Wärmeableitung dieser Spezialplatinen verzichten! Ich werde mit dem Material was ich habe Versuche starten und immer wieder nach den versprochenen Mustern nachhaken am Ball zu bleiben. Überlegenswert wäre es sich mit dem Thema selber eine Fotobeschichtung aufzutragen und das in besserer Qualität als einer vom Fach hinzubekommen! Hier ein Bild meines ersten und erfolgreichen Versuches die LED auf eine solche Platine in meinem Reflow-Pizza-Ofen, ohne Kurzschlüsse zu haben! Wegen der Qualitätsprobleme bei den Platinchen war eine umfangreiche Nachbearbeitung erforderlich!



Für den Fall der Verwendung von Platinen mit Alukern für die Leuchtkörper gibt allerdings eine weitere Neuerung, welcher für die Diagnostik im Boot sehr hilfreich sein wird. Allerdings sinnvoll wirklich erst, soweit überhaupt sinnvoll, mit der Eigenbau-2,4 GHz Fernsteuerung! Von der Firma Sensirion aus der Schweiz habe ich für eine Studie voll kalibrierte Wärme- und Feuchte-Sensoren bekommen, die in einem Gehäuse von nur 3x3 mm stecken und per I2C-Bus die Daten digital verfügbar stellen. Die Idee hier ist es, sowohl in den Leuchtkörperfassungen, wie auch an diversen Stellen im Rumpf, diese anzubringen, so z. B. im Akku-Fach. Der Controller kann dann jederzeit sich über die Feuchte informieren und Änderungen feststellen, die auf ein Eindringen von Feuchte deuten. Die Auswertung in der Praxis wird interessant sein, da man dann feststellen kann, welche Schlussfolgerungen die Messwerte bei Wassereindringen oder anderen Umgebungsbedingungen ergeben. Hier stellt sich die Frage eine so kleine Platine zu fertigen und die Leitungen herauszuführen. Erschwerend kommt noch hinzu, dass die Sensoren keine eigene Adresse erlauben, so dass extern zwischen den Sensoren zu schalten wäre. Unterschiedliche Methoden durchdenke ich gerade. Ich denke mir, dass ein Feststellen der Erhöhung der Feuchte in einer eigentlich voll abgedichteten Leuchtkörperfassung einen frühen Hinweis auf das Nachlassen der Dichtigkeit ermöglicht und damit die entsprechenden Wartungsarbeiten durchzuführen.



Geplant ist es die Wärmesensoren auf eine flexible Platine zu setzen, damit ich so die Verkabelung leichter anbringen und in den Rumpf leiten kann. Die Verarbeitung der flexiblen Platinen mit Belichtung, Entwicklung, Ätzen und weiterer Verarbeitungsschritte wird dabei sehr interessant sein! Auch mit den Sensoren in der Akku-Kammer ist es sehr interessant! Ich denke hier daran zwischen den einzelnen Akku-Zellen die Temperatur zu messen und es so der Elektronik zu ermöglichen zusätzlich diese Information für Vermeidungsstrategien von Akku-Schäden zu verwenden. Die Informationen werden dann auch an den Sender geschickt und auf dem Display angezeigt. Ein umfangreiches Gebiet für die Programmierung im fertigen Segelboot und reichlich Infos für das Display meiner Eigenbaufernsteuerung!

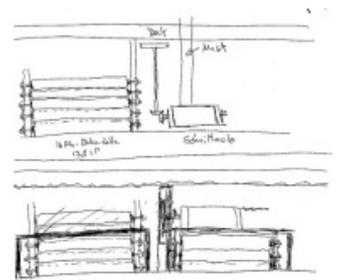


### Blei-Ballast und Akku-Box

Zum Thema des Erstellen von Bleikörpern, die ich zwischen die Akku-Zellen stecke, bzw. auch zwischen dem Akku-Fach und den Rumpfwänden als Gusskörper, habe ich bereits hier im Forum berichtet, alles ist da, aber neue Gedanken den Schwerpunkt noch tiefer zu setzen, werden weitere Versuche erfordern. Statt wie oben in diesem Bericht geschrieben und in Skizze gezeigt, möchte ich prüfen, ob ich die Akku-Kammer nicht in zwei Teilen realisiere.

Gedacht ist es den Schrittmotor höher zu stellen und so die untersten 3 Akku-Lagen zweimal hintereinander zu setzen, also jeweils 6 Zellen, dabei eine Kammer dort hinzusetzen wo jetzt der Schrittmotor sitzt und diesen darüber zu montieren! So würde ich 2 Akku-Lagen oben einsparen, damit etwa 2,5 kg Gewicht niedriger legen und weiter nach vorne, wo ich bisher ein Gewichtsdefizit

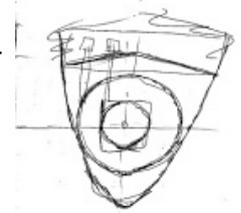
habere. Dagegen steht nun der Schrittmotor höher, der 1,4 kg wiegt, also immerhin 1,1 kg etwa 5 cm tiefer als bisher! Außerdem entfallen mit den 2 obersten Lagen an Akku-Zellen gerade solche, die über der KWL liegen und von denen 4 Stück außen an der Rumpffläche gelegen hätten, was einen höheren Hebelarm bedeutet und so noch stärker dem Aufrichtmoment entgegengewirkt hätten!



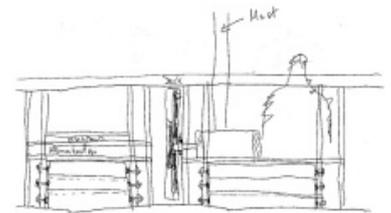
## Meine Zauberbox

Eine weitere Baustelle, die ich auch schon hier im Forum vorgestellt habe sind die Themen Endlosschot und Zauberbüchse. Kurz zum Konzept. Mein Konzept verwendet eine Welle und eine Encoderscheibe um die Lage des Baumes eines Segels optisch elektronisch zu erfassen. Aus der Lage des Baumes, Winkel zur Rumpflängsachse kennt die Elektronik den Schotbedarf. Da ich als Winde einen Schrittmotor verwende mit Steuerelektronik, entspricht eine Baumlage einer benötigten Schotlänge und die Schotlänge eine Schrittposition des Schrittmotors. Dadurch wird die Trommel immer nur so viel Schot bereitstellen wie benötigt und die Wulingbildung kann verhindert werden.

Ich habe mein Konzept schon mal an den Autor geschickt und der hat mir bereits soweit geantwortet, dass er keinen unmittelbaren Gedankenfehler erkennt. "Meine Zauberbüchse", das Konzept, das ohne Endlosschot auskommt und nur eine direkt vom Schrittmotor angetriebenen 2 Trommeln kennt, erlaubt einen noch viel effizienteren Einbau und einen viel leiseren Betrieb als bisher angenommen.

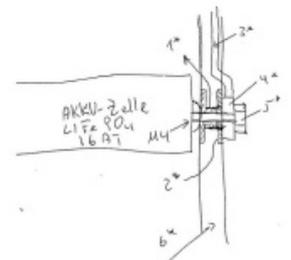


Die erste Skizze zeigt meine Zauberbüchse von vorne. Man erkennt, dadurch dass der Motor höher eingebaut ist, ich zusätzlichen Platz bekomme, der es mir ermöglicht den Durchmesser der "großen Trommel" für das Hauptsegel größer zu machen, da dann die Welle vom Schrittmotor so liegt, dass der größte mögliche Durchmesser erzielt werden kann. Die 2. kleinere Trommel ist für das Vorsegel, dass ich jetzt nicht mehr als Pendelfock bauen muss, sondern wie im Plan vorgesehen vorne an einer senkrecht liegenden Achse/Welle drehen kann und bei dem am hinteren Ende des Vorsegelbaumes über 2 Blöcke dreifach geschoren die Schot angebracht wird. Entsprechend beim Hauptsegel, die Schot kommt dann aber von der größeren Trommel! Das Ganze ist in einer Art Kassette



In der 2. Abbildung kann man die 2 Akku-Kammern sehen mit den per Verschraubung befestigten Akku-Zellen.

Die unmittelbar mit den Akkuzellen in Berührung kommenden Alu-Platten, hier "6\*\". werden Pulverbeschichtet damit ein versehentliches, kaum zu vermeidendes Berühren der Pole der Akkuzellen mit diesen Wänden keinen Kurzschluss verursacht. Die Bohrungen für die M4-Schrauben, "5\*\" die an die Pole der Zellen geschraubt werden, sind mit einem Drehteil aus Kunststoff verkleidet der von der Akku-Zellenseite eingesetzt wird, siehe "1\*\". Auf der anderen Seite, siehe "2\*\", wird eine 2. Kunststoffplatte eingesetzt und die beiden miteinander und an die Platte, "6\*\" verklebt. Sie verhindern mechanisch stabil einen Kurzschluss der Zellen durchleitende Verbindung mit der Platte "6\*\". Auf dieser Kunststoffplatte "2\*\" befindet sich eine Unterlegscheibe "4\*\" die als Polschuh verwendet wird und auf der ein Litzenkabel gelötet und mechanisch befestigt wird, das so ausgelegt sein muss bis zu 60 A Dauerstrom ohne wesentlich Erwärmung leiten zu können. Der Grund für diese Dimensionierung ist das geplante Ladegerät Pulsar 3, hier Infos die es zur Zeit gibt, das ab dem Winter verfügbar sein wird und dass eine Ladekapazität von 1,5 kW hat, womit bei meinem 12S1P Akku-Pack 16Ah 32 A bei 50 V fließen können. Dieses Kabel, "3\*\", wird in einer ausgefrästen Nut in der Alu-Platte, "6\*\" nach oben in den Klemmkasten geführt.

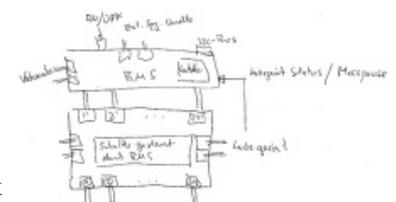


## Klemmkasten und BMS

Im Klemmkasten werden die Leitungen einer Leistungselektronik mit n-MOSFETs zu geführt, welche unter der Kontrolle eines Mikrocontrollers diverse Aufgaben erfüllt:

1. Die Zellenpole werden so verbunden, dass sie zusammenschaltet ein 12S1P-Akku-Pack bilden.

2. Er erkennt den Status des Systems, also den Status des On/Off-Schalters, ob ein Akku-Pack vorhanden ist, ob ein Ladegerät angeschlossen ist und lädt, ob eine externe Spannungsquelle angeschlossen ist, z. B. mein 600W PC-Netzteil mit zusätzlichen Spannungsverdoppler für 12V DC und schaltet alles entsprechend. Das grundsätzliche Schema habe ich in diesem Thread am 09.03.2010 um 13:07 präsentiert. Geplant ist so z. B. auch die Möglichkeit das Modell von der Fernsteuerung aus Ein- oder Auszuschalten. Der Strom der erforderlich ist die 2,4Ghz Verbindung dafür aktiv zu halten ist minimal und das BMS kann dann das ganze Boot anschalten! Hier muss er dann z. B. den Zustand "ON" anzeigen obwohl der Schalter auf Off steht! damit kann das BMS auch dafür sorgen, dass die Akku-Zellen bei der Gefahr der exzessiven Entladung rechtzeitig komplett abgeklemmt werden, oder ob eine externe Spannungsquelle existiert die für das Laden oder Erhalten der Akkuspannung einspringen kann. Ihr seht ganz neue Möglichkeiten entstehen durch das BMS! 3. Von jeder Verbindung zwischen Zellen, also z.B. Plus-Pol der Zelle-N zum Minus-Pol der Zellen+1, werden die Leitungen für die Balancierung der Zellen abgeführt. Und zwar nicht einfach, wie üblich festverdrahtet, sondern sowohl an den im Ladegerät



integrierten Balancer des Pulsar 3, wie auch an den Balancer des BMS, Battery Monitoring System das auf dem LT6802-1 von Linear Technology basiert, den ich selber entwickeln werde. Habe kürzlich hier einen Baubericht zum neuesten Akkumatik-Gerät gefunden, der das gleiche Bauteil für seinen internen Balancer verwendet und die Baugruppe im ersten Bild zeigt. Sollte es möglich sein die Dokumentation zum internen Balancer zu erhalten und es sich herausstellen, dass ich diesen für meine BMS-Lösung verwenden kann, so würde ich die Baugruppe die als Zubehör beim Kauf für 45,- Euro zu beziehen ist erwerben und mit die Entwicklung ersparen. Hier der Link zu einem Artikel von Linear Technology zu diesem Bauteil im Zusammenhang mit dem Einsatz als BMS im Elektroauto geschrieben. Er gibt sehr interessante Informationen über die Lebensdauer von Akkus und wie man diese ganz wesentlich verlängern kann. Das ist als Info-Quelle für den Umgang mit Lithium-Akkus sehr interessant! Er ist aber auch sehr interessant was das Bauteil angeht und die Funktion der BMS. Sieht man in dem Zusammenhang meinen Einsatz der Temperatursensoren, dann ergibt sich ein kompletteres Bild meiner Konzeption im Segelboot.

Die Zellenspannung wird vom Ladegerät, sei es die Akkumatik, oder sei es der Pulsar 3, in Ladepausen gemessen, um einen möglichst exakten Wert zu erhalten. Das Ladegerät unterbricht den Ladevorgang, misst die Zellenkapazität, und lässt das Ladegerät dann weiter laden. Hier möchte ich mein BMS einklinken lassen können, damit es nach dem der Balancer des Ladegeräts seine Messung gemacht hat, seine eigene Messung durchführt. Das BMS wird auch außerhalb der Ladevorgänge die Akkuzellen nach dem gleichen Verfahren überprüfen. Dadurch kann es erkennen, sollten sich die Zellen im Betrieb unterschiedlich entladen und kann aktiv Ladung von den volleren Zellen an die leereren übertragen und nicht wie bei preiswerteren und älteren Balancer nur die volleren Zellen zusätzlich entladen und die Energie in Wärme umsetzen!

### Weiter zu meiner Zauberbüchse

Zur Erinnerung, mein Konzept arbeitet mit der Erfassung der Baumlage über einen Drehencoder, der mit in bis zu 300 Schritten für eine viertel Umdrehung, also z.B. Baum-Mittelstellung bis zu 90 Grad Stellung senkrecht zur Rumpflängsachse, den Winkel des Baumes erfasst. Diese Information dient für das Bereitstellen der benötigten Schotlänge in Abhängigkeit der Lage des Baumes über eine im Speicher des Controllers abgelegte Tabelle. Die Baum-Lage wird bei jedem neue Mittelstellung Durchgang des Baumes neu kalibriert, um mögliche Schrittfehler des Encoders zu korrigieren. Der Schrittmotor seinerseits, führt über seine Schrittposition die Information wieviel Schot er abgegeben hat. So wird sichergestellt, dass kein Schotwuling eintreten kann, da der Schrittmotor die erforderliche Schotlänge immer gemäß der Baumlage des Segels kennt und die entsprechende Position anfährt.

Dieses Verfahren ermöglicht mir die Mechanik der Schotsteuerung für die Segelstellungssteuerung auf einen Schrittmotor, diversen Drehencodern und "meiner Zauberbüchse" zu reduzieren, sowie natürlich einiger Software. Wenn die mal geschrieben und ausgereift worden ist, so ist sie nur durch Anpassung der Parameter an jeden Bedarf anzupassen.

Für meinen Segler heißt das, dass ich die Schot für die Segel, wie im Bauplan vorgesehen, ganz hinten an den jeweiligen Bäumen anbringen kann und über Blöcke, 2-fach und 3-fach geschoren steuern. Das sind bei meinen Segler fürs Großsegel etwa 8,5 Meter Schotlängenverstellung.

Einen weiteren Schönheitsfehler hat meine gegenwärtig noch vorgesehene Antriebsmethode für die Schottrommel durch das Getriebe, durch welche die Antriebswelle des Schrittmotors, waagrecht unten im Rumpf, senkrecht und knapp unter das Deck hochgeführt, damit für die Endlosschot der maximal mögliche Schotverstellweg ermöglicht wurde, ohne eine mehrfach geschorene Schot zu ermöglichen! Das bisher realisierte Getriebe lässt sich nur sehr mühsam Fettdicht in ein Gehäuse bringen und würde außerdem viel Krach im Rumpf erzeugen.

Daraus ist die Idee entstanden das ganze Konzept umzustoßen! Mal wieder!

Die Zauberbüchse wird jetzt direkt auf die Antriebswelle des Schrittmotors, ohne Getriebe montiert. Das Getriebe als Krachquelle und wegen der Fettschmierung als Schmutzquelle im Rumpf, entfällt ganz! Die Zauberbüchse liegt jetzt also nicht mehr waagrecht, wie im Originalkonzept gezeigt des Erfinders, sondern Senkrecht und unmittelbar neben dem Mast. Durch das Höherlegen des Schrittmotors kann der Durchmesser der Trommeln der Zauberbüchse maximiert werden, wodurch die Verstellgeschwindigkeit erhöht wird, bzw. die Drehgeschwindigkeit des Schrittmotors reduziert werden. Hier wirken zwei Größen die das Drehmoment beeinflussen gegenläufig und beheben sich so!

Je größer der Trommeldurchmesser, desto größer das Drehmoment auf den Schrittmotor durch die Kraft der Segel. Es wird also ein höheres Drehmoment vom Motor gefordert, was die Möglichkeit die Trommelgröße zu erhöhen in der Praxis normalerweise bei dem Einsatz von Winden beschränkt.

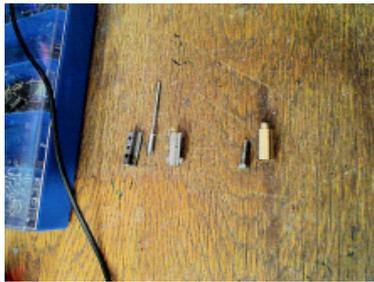
Bei einem Schrittmotor ist es so, dass je langsamer ein Schrittmotor dreht, desto höher ist das verfügbare Drehmoment. Durch die Erhöhung des Trommeldurchmessers reduziert sich bei gleicher Schotauf-, bzw. -abwicklung die benötigte Drehgeschwindigkeit des Motors! Da ich für eine möglichst hohe Betriebsspannung meines als Winde verwendeten Schrittmotors 12 Akku-Zellen LiFePO4 in Reihenschalte, habe ich bis zu fast 50V zur Verfügung bei 16Ah! So ist für ein maximal erreichbares Drehmoment gesorgt und für hohe Drehgeschwindigkeit mit ausreichendem Drehmoment!

Die Zauberbüchse wird also senkrecht zwischen den 2 Akku-Kammern stehen und durch die Einbaubedingungen maximalen Trommeldurchmesser haben! Ich warte jetzt darauf mir Alu-Scheiben mit dem größten auf meiner Drehbank bearbeitbaren Durchmesser beschaffen zu können, 20 cm!

### Schraubverbindung abnehmbares Deck

Es geht um die Schraubbefestigung des abnehmbaren Decks meines Seglers. Bisher hatte ich dieses realisiert, wie in diesem Bericht dokumentiert, siehe Bericht auf etwa 1/3 dieses Threads, in dem ich Distanzstücke, wie man sie für den Einbau von Motherboards in das Computergehäuse verwendet, in das Alu-U-Profil im Rumpf eingeschraubt hatte und mit allen denkbaren Verfahren am sich lösen zu verhindern versucht. Trotzdem haben diese Distanzstücke sich immer wieder gelöst, wodurch die Schraube ausgebohrt werden musste, damit das Deck wieder abnehmbar wäre. In der jetzigen Bauphase machbar, aber wenn das Deck beplankt ist, eine Katastrophe! Jetzt bin ich auf Befestigungselement übergegangen, welche ich mir aus Edelstahl, einer Leiste mit einem Querschnitt von 5x10 mm gefräst habe und in die ich 3 Bohrungen gesetzt habe:

Die Ausfräsungen an der Längsseite dienen dazu, dass eventuell eindringendes Wasser in der Labyrinth-Dichtung aufgefangen wird und so an den Befestigungselementen vorbeifließen kann. Die Breite der Basis von 10 mm verhindert, dass sich das Befestigungselement in dem U-Profil seitlich bewegen kann, da dieses diese leichte Weite besitzt!



Auf diesem Bild kann man das einzelne Befestigungselement mit seinen 3 Bohrungen erkennen. Die zwei äußeren Bohrungen haben einen leichten Durchmesser von 2,5 mm und damit die für Bindnieten des Durchmesser 2,4 mm passenden Bohrungsdurchmesser. Die mittlere Bohrung hat einen Grunddurchmesser von 2,6 mm, der für das Schneiden eines M3-Gewindes in Edelstahl gefordert wird. Eine 2 mm tiefe Erweiterungsbohrung der mittleren Bohrung mit einem 3 mm Durchmesser reduziert die Gewindetiefe auf knapp 3 mm, also Tiefe etwa gleich Gewindedurchmesser!

Daneben sieht man die Blindniete mit einem Durchmesser von 2,4 mm. Blindnieten mit Durchmesser = 2,4 mm bekommt man nur direkt von einigen wenigen Herstellern in Verpackungen die einen Lebensbedarf decken! Auch ist es wie beim Ford T, man bekommt sie in allen Arten, soweit diese aus Alu sind mit Stahlstift! Berücksichtigt man dazu das für verschiedene Materialstärken die man zu verbinden denkt, jeweils Nieten unterschiedlicher Länge benötigt, so kann man trotzdem auch hier ein kleines Vermögen für die verschiedenen Varianten ausgeben. Ich habe den Mut zur Lücke bewiesen und mir nur einen Typ, den abgebildeten geholt und von weiteren Muster beifügen lassen!

Direkt darunter sieht man ein Verbindungselement mit angebrachter Blindniete! So sieht das Ergebnis aus, wenn man beim Anbringen der Niete zwischen dem Alu-Profil und dem Verbindungselement ein Fuge lässt oder nicht fest genug mit der Nietenklammer anpresst. Die Niete verdickt sich in der Fuge und hebt das Verbindungselement hoch, wodurch keine Verbindung entstanden ist!



Rechts meine Blindnietenzange vom Baumarkt!

Das folgende Bild zeigt das Verbindungselement im U-Profil in der Rumpfschale eingebaut. In der Mitte unten sieht man die Bohrungen die ich für das Anbringen der rechts davon im Profil liegenden Verbindungselement mit 2,5 mm Durchmesser auf der ich danach das Element mit Blindnieten befestige. Rechts davon sieht man ein bereits eingebautes Element mit den zwei hellen Punkten, die Blindnieten nach dem Einbau!

Das nächste Bild zeigt den gegenwärtigen Baustand! Die für diesen Zweck erstellten Drehteile befinden sich an ihren Stellen auf Deck, im Rumpf darunter die Verbindungselemente angenietet. Diese Drehteile werden durch die im Innern befindlichen Schrauben an die Verbindungselemente im Rumpf herangezogen und pressen so die Alu-Deckkonstruktion auf die Auflageflächen an den Rändern der Rumpfschale. Auf diese Kontaktflächen wird später das Isolierband, das ich über Didi bezogen habe, geklebt und durch die 13 Befestigungspunkte auf jeder Seite wird ein gleichmäßiger Andruck über den gesamten Rumpfschalenumfang erreicht und so die Wasserdichtigkeit. Als Pendant werde ich allerdings diese Kontaktflächen nach dem alle 26 Befestigungspunkte angebracht sind mit Epoxidspachtel bedecken und das Deck, mit Trennmittel behandelt, aufpressen. So sollte die Kontaktfläche perfekt zur Aluauflage passen und der Andruck überall gleich sein. Danach werden die Flächen eine Laminierung mit Mahagonifurnier erhalten bevor das Dichtungsband aufgesetzt wird. Der Abschluss dieser Arbeiten ist eine der Voraussetzungen, damit ich mit dem lange verzögerten Laminieren mit Mahagoni-Furnier der Rumpfschale beginnen kann!



Die Sache hat noch einige Schönheitsfehler, von welchen einer sogar fatal sein könnte! 1. Die Drehteile sind aus Messing, die Deckkonstruktion aus Alu. Muss ich mir sorgen machen, dass hier ein Strom fließt und dadurch der Konstruktion ein Schaden entsteht? Diese Information ist entscheidend bevor ich die Drehteile endgültig befestigen kann. Die Drehteile sind aus Messing, da ich auf Deck alle metallenen Teile Messingfarben haben möchte! Es ist noch ein weiteres Metall im Spiel, das Edelstahl der Schrauben.



Ich habe das Problem die Drehteile in der exakten Stellung an der sie hier im Bild sind zu befestigen! man erkennt am linken im Bildvordergrund befindlichen Drehteil das Ergebnis der Anpassungsarbeiten um die für das Verschrauben richtige Position zu finden. Es ist der dunkle Schatten am Fuß des Drehteils. Die große Öffnung des Drehteils ist so bemessen, dass die Schraubenköpfe exakt hineinpasse und der Sockel innen, die Bohrung hat am unteren Ende nur exakt die 3 mm Durchmesser damit die Schrauben mit dem Gewindeteil durchpassen, ist durch den verwendeten Bohren ein Konus von 90 Grad Öffnungswinkel. das heißt, Wenn die Schrauben in das Drehteil eingesetzt werden, dann haben sie kein feststellbares Spiel und müssen direkt in die Öffnung des Gewindes des

Verbindungselementes fallen, ein Suchen der Bohrung ist dann nicht mehr möglich! Ich habe mich beim Platzieren der Verbindungselemente sehr bemüht diese auf gleicher Höhe entlang der Mittelachse des Rumpfes einzusetzen und auch darauf geachtet, dass der Abstand zur Rumpfmittle auf beiden Seiten gleich ist, also auch die Symmetrie um die Mittelachse gegeben ist. Fehler bei beidem wären nach dem Aufbringen des Stabdecks peinlich sichtbar!

Jetzt habe ich an den Bohrungen in die der Zapfen unten am Drehteil in das Alu eingeführt wird, Länge gleich Alumaterialstärke,



solange erweitert und verändert, bis die Schrauben die Bohrung fanden und die Verbindung verschraubt wird. Die Drehteile sitzen jetzt also perfekt! Ich habe mir jetzt 2 Varianten überlegt wie ich das hinkomme, jede hat ihre Vor- und Nachteile.

a. Ich mache ein kleines Messingplättchen mit einer Bohrung in welche der große Durchmesser der Drehteils passt und verschweiße beide. Das heißt ich kann die Plättchen und das Drehteil jeweils einzeln verschweißen. Es sind kleine Teile, sie bestehen aus dem gleichen Material und das Schweißen, also Hartlöten sollte kein Problem sein. Die Plättchen werden nach dem Hartlöten und Feinarbeiten an die Einbaugeometrie an Ort und Stelle eingepasst, die Drehteile mit der Verbindungselementen darunter verschraubt, ich habe dann die perfekte Position für die Baugruppe und dann mit M2-Schrauben an der Stelle verschraubt. Ich habe mir auf der Messe in Friedrichshafen diese Paste gekauft, die verhindert dass die Wärme den ganzen Alu-Körper als Wärmesenke verwendet:

Im Selbstversuch vor Ort konnte ich seine Wirksamkeit bestätigen. ich hoffe es bestätigt sich auch hier am Modell!

Die in seiner Stellung gehaltene Baugruppe, Drehteil plus angelötetes Plättchen, soll nun von unten in der Stellung die durch die Verschraubung bestimmt ist, eingelötet werden. Dafür verwende ich ein spezielles Lötmedium, Durafix, das man in Europa über UK beziehen kann. Hier ein YouTube-Video! damit möchte ich die entstandenen "Löcher" ausfüllen und die Baugruppe an der Stelle fixieren. Damit sich bei der Baugruppe das Plättchen und das Drehteil nicht voneinander lösen, wollte ich diese über eine angebrachte metallene Krokodilklemme etwas kühlen.

Sollte das Messing aber das "elektrische Problem" mit dem Alu haben, so müsste ich die Drehteile neu aus Alu herstellen und mir was einfallen lassen damit man die Alufarbe an Deck nicht wahrnimmt! Weiß jemand was wie ich die Position des Drehteils am Besten beim in Stellung löten einhalte?



Der Beitrag ist auch unter:

<http://www.schiffsmodell.net/showthread.php?t=33996>

zu finden.

---

**Hellmut Kohlsdorf**

