

# Bauanleitung Forschungsubboot

# DELTA

Ausgabe 2015



**NORBERT BRÜGGEN**

Entwicklung und Vertrieb von  
elektronischen und mechanischen Bauteilen

**Benderstraße 39**

**41065 Mönchengladbach**

**Tel.: 02161 48 18 51**

**Fax: 02161 43 98 3**

**mail@modelluboot.de**

# Bauanleitung DELTA



## zuerst ein paar Tips:

### Klebung:

Zum Verkleben der Kunststoffteile habe ich beste Erfahrungen mit Loctite 406 gemacht. In Verbindung mit Aktivatorspray auch bei größeren Spalten.

Die Scheiben werden wie beim Original mit Sikaflex (Typ 221 reicht, Terostat MS 939 geht noch besser) aufgeklebt. Sehr vorsichtig dosieren und Überquellenden Kleber nicht Abwischen! Das gibt nämlich eine riesen Sauerei. Besser hart werden lassen und dann mit Skalpell abtrennen. Zur feinfühligem Dosierung 5 oder 10ml

in eine Einwegspritze drücken. Aus der Kartusche kann man in 1:1 arbeiten aber nicht in 1:8.

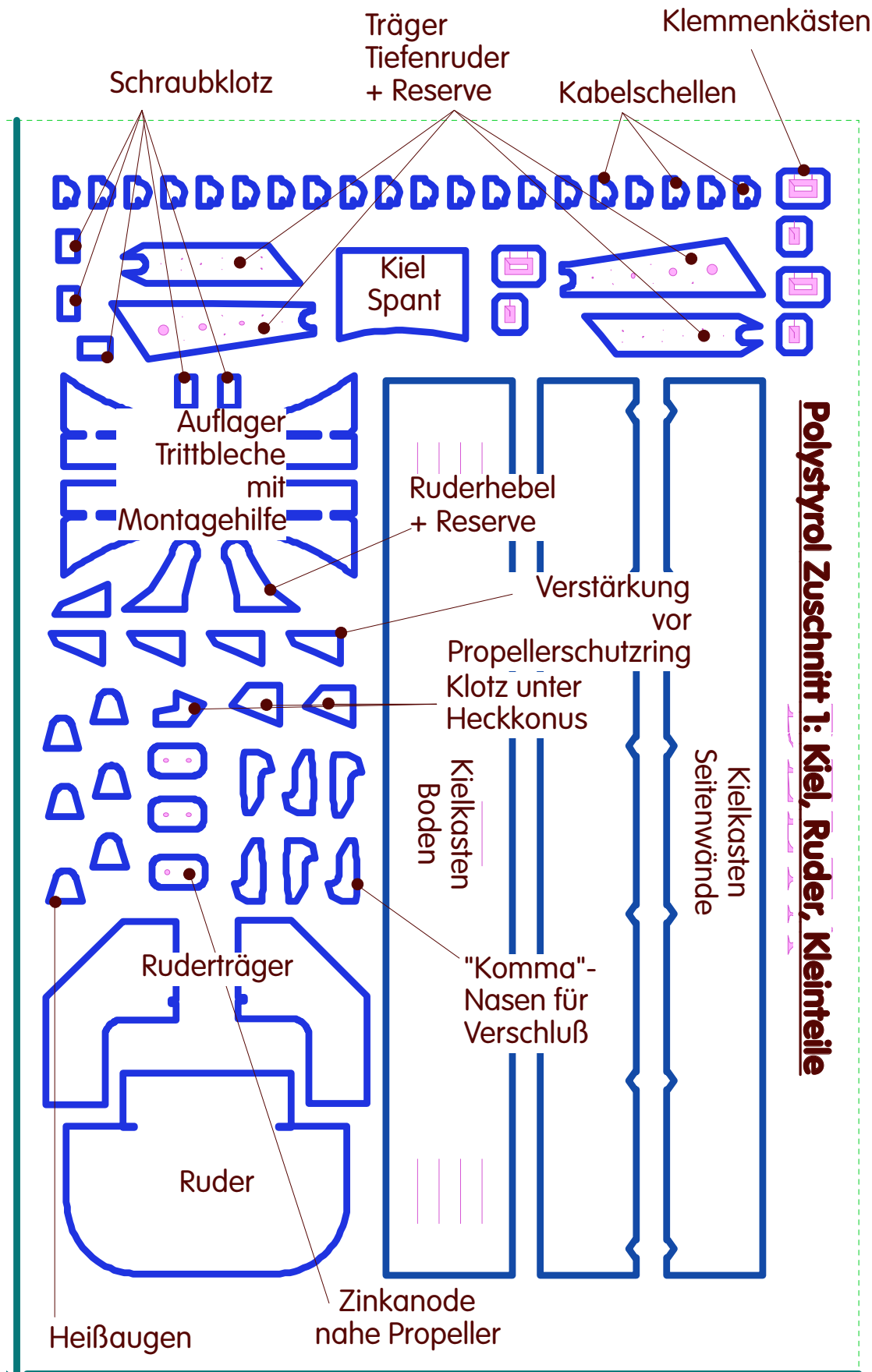


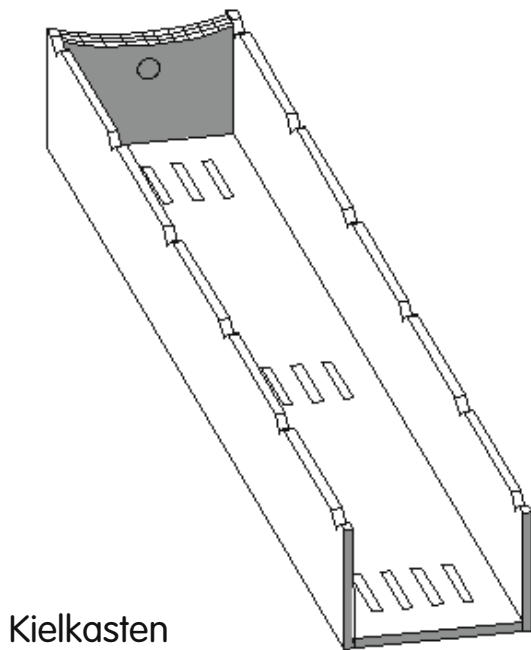


**Schweißnähte:**

Einige der Klebestellen sind im Original Schweißnähte. Um die im Modell nachzuahmen, eignet sich auch die Einwegspritze mit Sikaflex. Deutlich stabiler ist Sekundenkleber-Gel z.B. Loctite 454 oder Epoxiharz mit viel (5%) Thixotropiermittel. Insbesondere die Nähte der Schutzkrägen und des Tiefenruderträgers werden dadurch erst tragfähig. Die weißen Ausblühungen des Sekundenklebers vermeidet man, indem man ihn mit Aushärtebeschleuniger ansprucht.







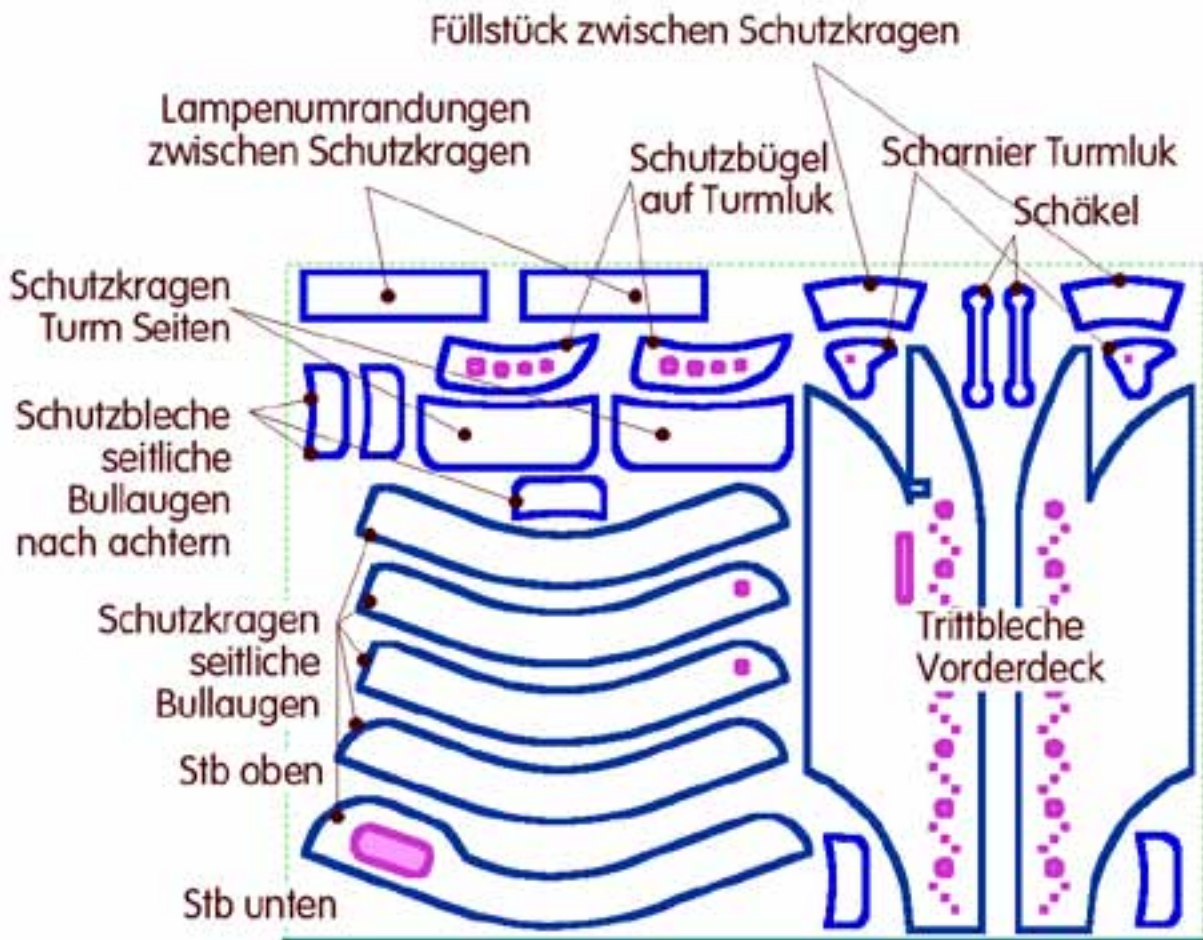
Kielkasten

## Freifluträume / Tauchtanks

Die Konusteile an Heck und Bug sind im Original die Tauchtanks. Im Modell sollten sie als Freifluträume ausgeführt werden, da sie nicht ausreichend druckfest sind.

Dazu müssen an der Ober- und Unterkannte natürlich Löcher vorgesehen werden. Oben sind das die Flutventile, die dazu auf mindestens 2,5mm aufgebohrt werden müssen. An der Unterseite sind  $\varnothing 5\text{mm}$  ratsam. Im Original sitzt hier ein kurzes Rohrstück.

## Alu 0,5mm Zuschnitt: Schutzkrägen, Trittbleche

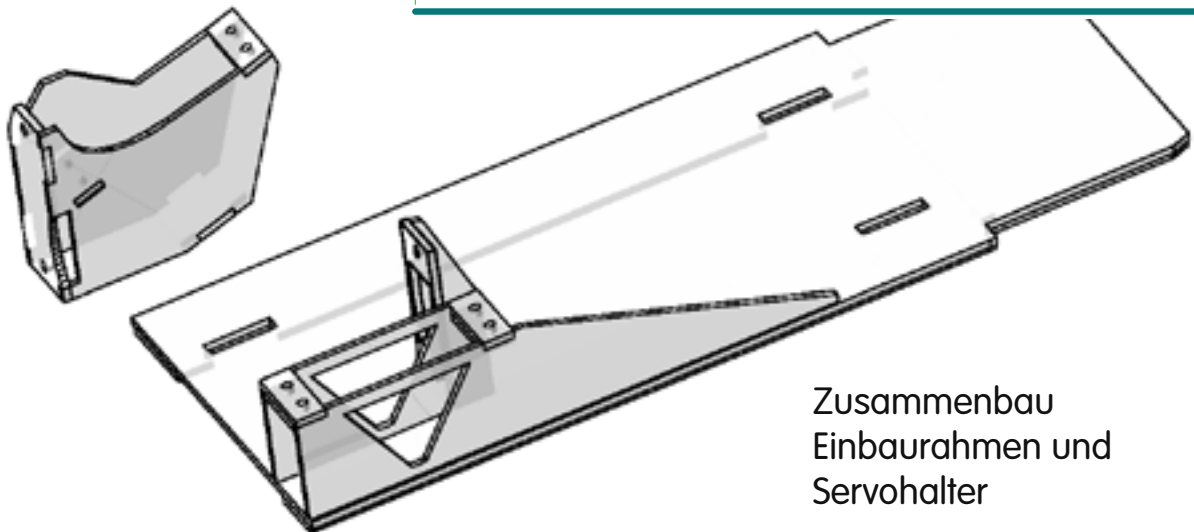
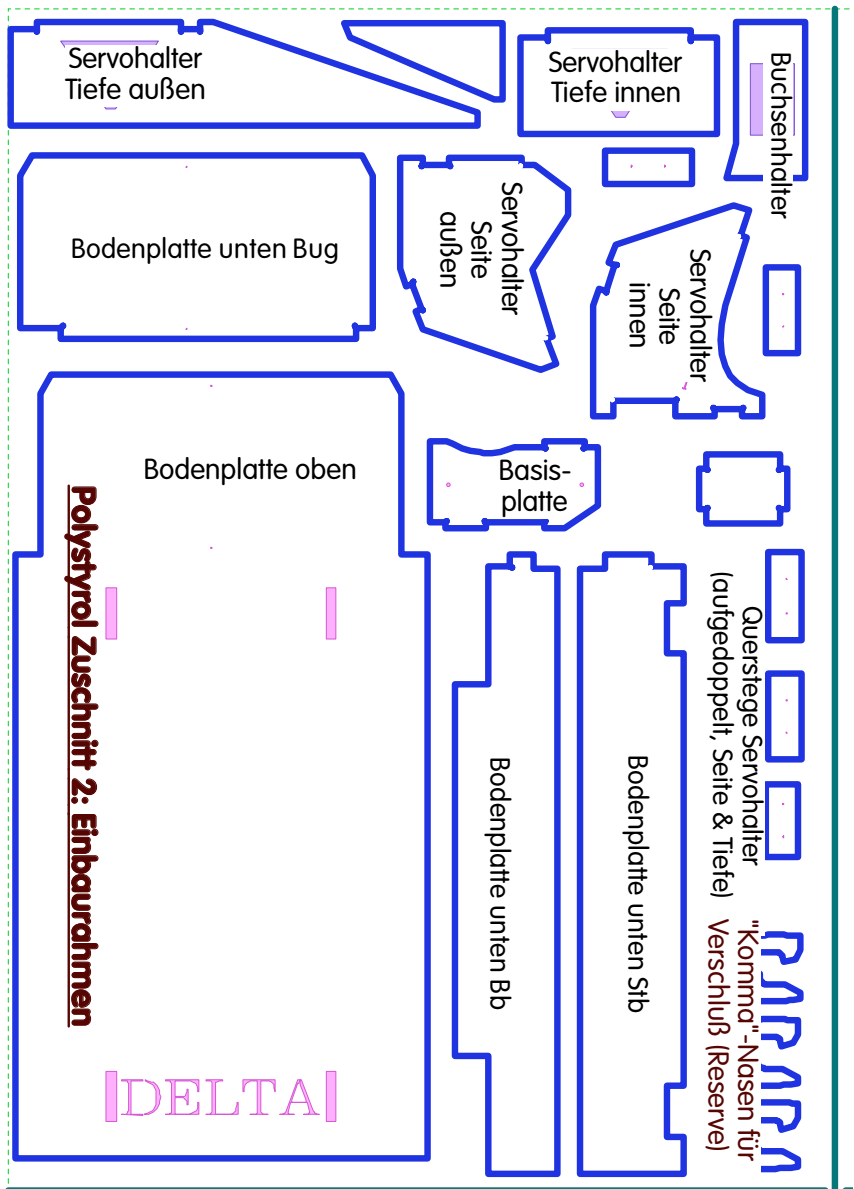
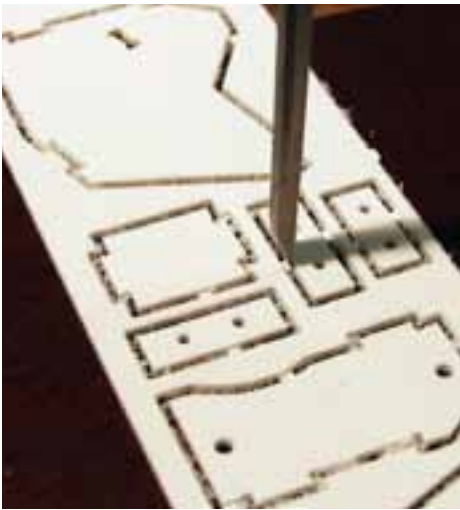






Tüte Resinteile





Zusammenbau  
Einbaurahmen und  
Servohalter

## Ständer

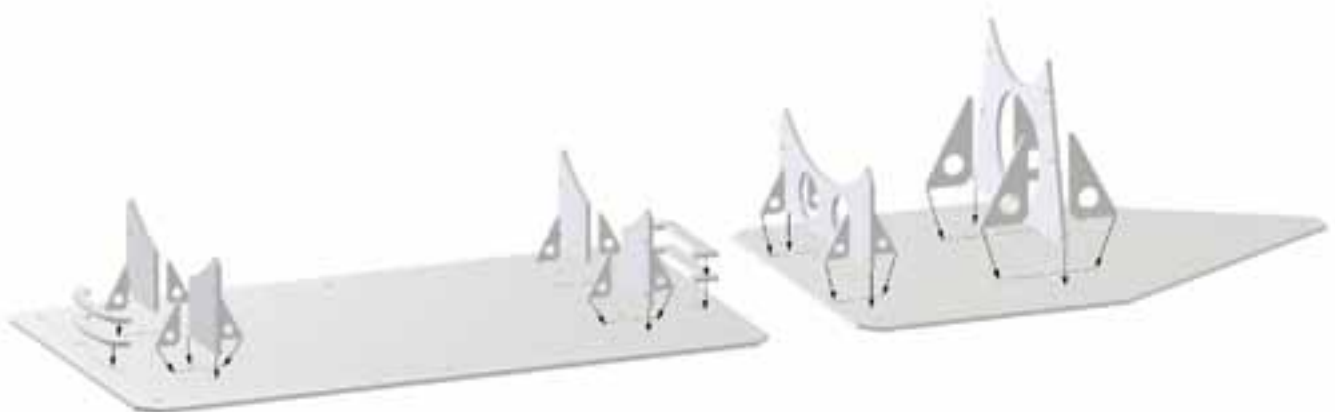
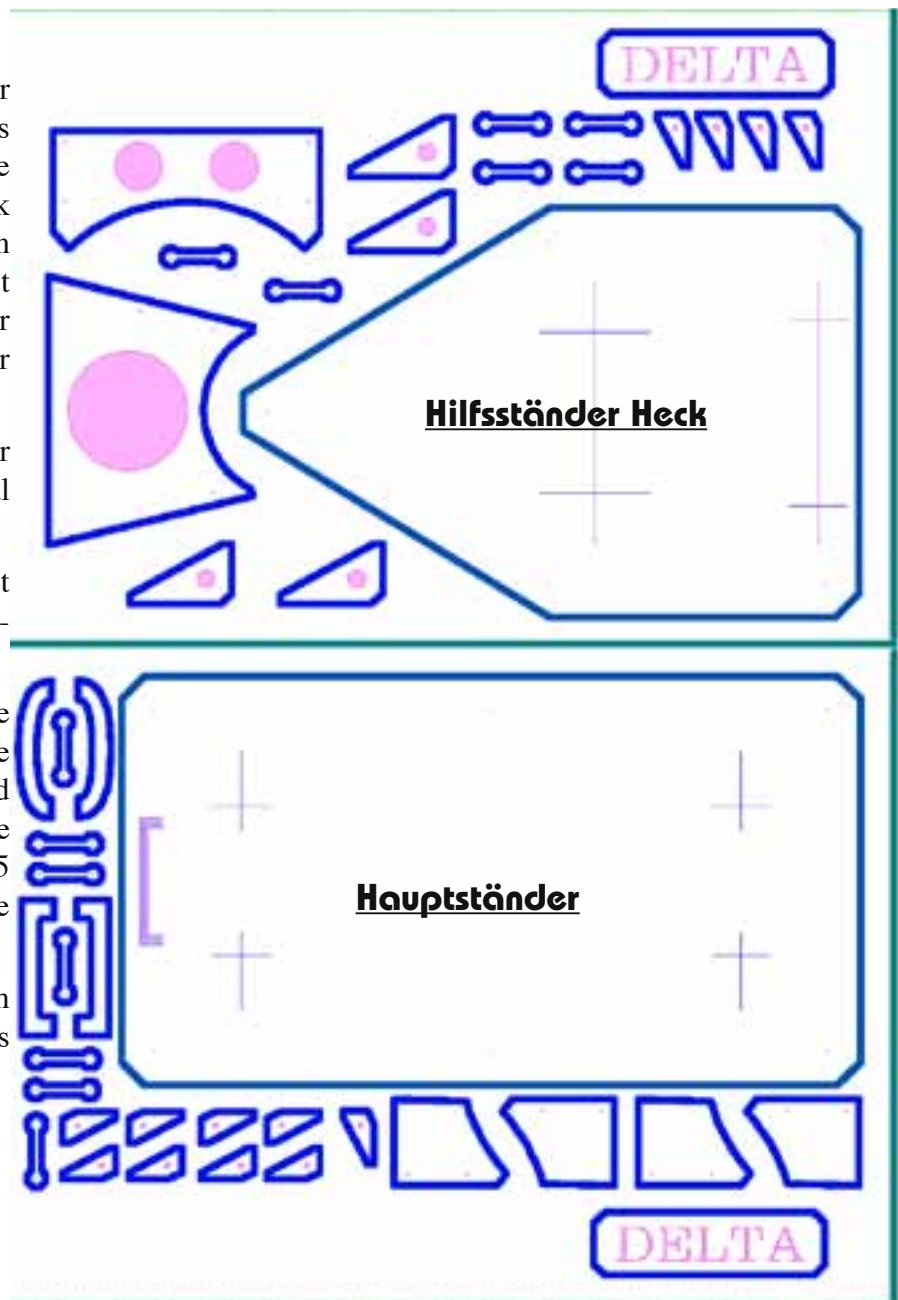
Der Ständer entspricht sehr genau dem Original. Das sieht aus, als wäre es auf die Schnelle aus einem alten Stück Schiffswand ausgeschnitten und zusammengesweißt worden. Zum Anstreichen der Schweißnähte hat es nicht mehr gereicht.

Den Heckständer gibt es nur beim Modell, denn beim Original ist das Heck fest.

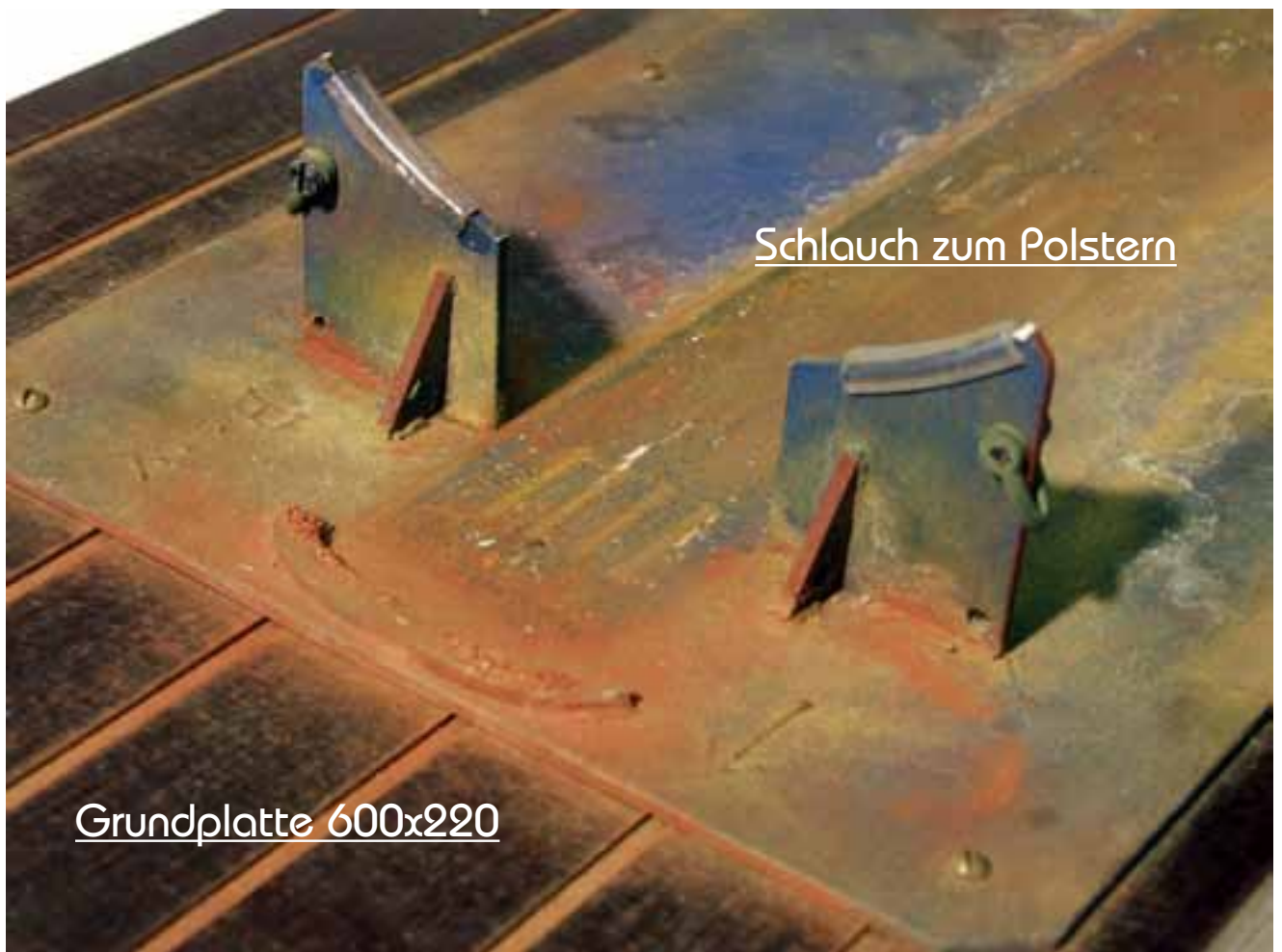
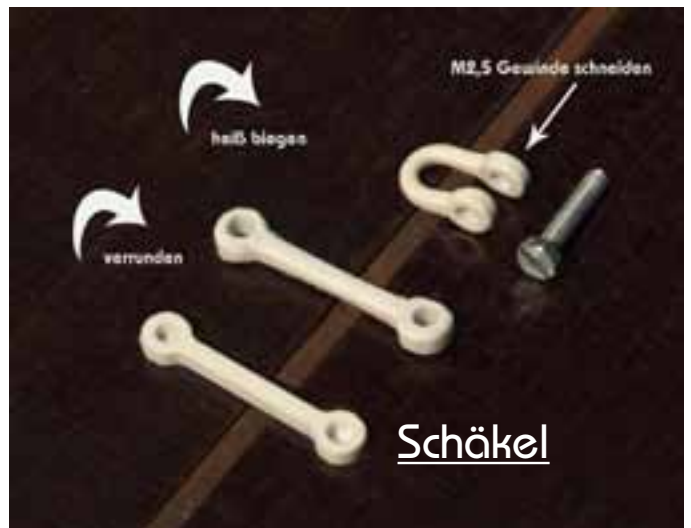
Die Oberkanten werden mit aufgeschnittenen Schlauchstücken gepolstert.

Die knochenförmigen Frästeile sind als Schäkel gedacht. Sie sollen zuerst verrundet und dann über einer kleinen Flamme gebogen werden. Mit einer M2,5 Schraube komplettiert sehen sie sehr authentisch aus.

Eine Grundplatte von 600x220 mm ist etwas größer als die DELTA.







## schrittweiser Aufbau, Lackierung

Da einige Bauteile auch von innen lackiert werden sollen, die Scheiben aber gar nicht, hat sich folgende Reihenfolge bewährt:

- ❑ Löcher für Scheiben ausarbeiten (konischer Schälbohrer oder Dremel oder Rundfeile. Späne direkt absaugen )



- ❑ Loch im Rumpfrohr für den Turm ausarbeiten.(Alternativ kann der Turm auch nur Aufgeklebt werden) Turmunterkannte 5mm unter Stufe abtrennen.



Wenn nötig Rohrendeplanschleifen, innere Kante gut verrunden.



- ❑ Turm und Bugteile von innen hellblau spritzen. Den gewölbten Druckkörperboden im Frontbereich auch. Klebeflächen mit beiliegendem vorgeschnittenen Maskierfilm abdecken



- ❑ Die 5 runden Scheiben in diesem Bereich aufkleben. Kleber vorsichtig mit Einwegspritze dosieren.(siehe Tips am Anfang) Schrauben in den Scheiben einkleben



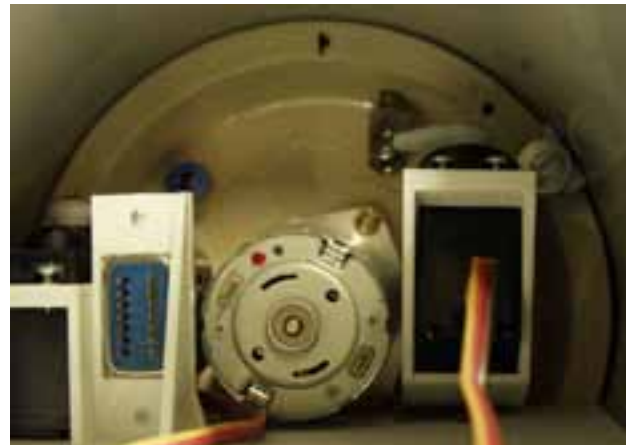
- ❑ Verriegelung für Heck einbauen, solange sie noch gut zugänglich ist.  
Im Einzelnen:
- ❑ Heckplatte nach Plan mit M3 Löchern versehen (7 Stück).



Vor allem die Position der Verriegelungsschrauben einhalten, sonst geht das Boot später nicht zu. Für die Bohrungen am Motorflansch diesen als Schablone benutzen.



- ❑ 2 Rändelmuttern mit langen Schrauben in die Heckplatte schrauben.
- ❑ Heckplatte einsetzen und ausrichten. (Am besten mit Einbaurahmen und Servohalter). Dabei Klebeflächen im Rohr fein anschleifen. Platte mit Klebeband fixieren.



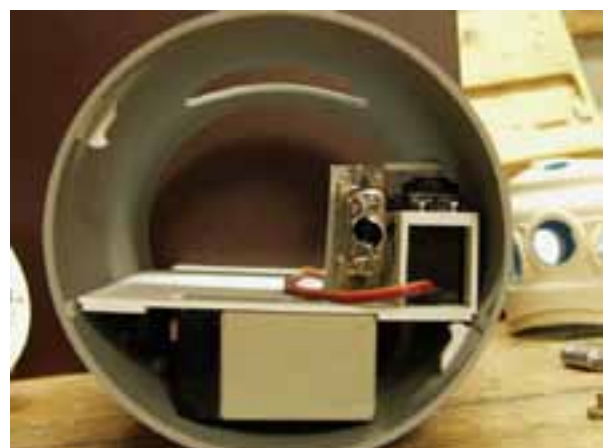
- ❑ Die Verriegelungsnasen aus je 2 Teilen zusammenkleben.

- ❑ Vom Bug her die Nasen sehr vorsichtig in Position Kleben

(zuerst nur mit 1/4 Tropfen Sekundenkleber fixieren, Heckplatte entfernen und dann einen Tropfen um jede Nase laufen lassen.

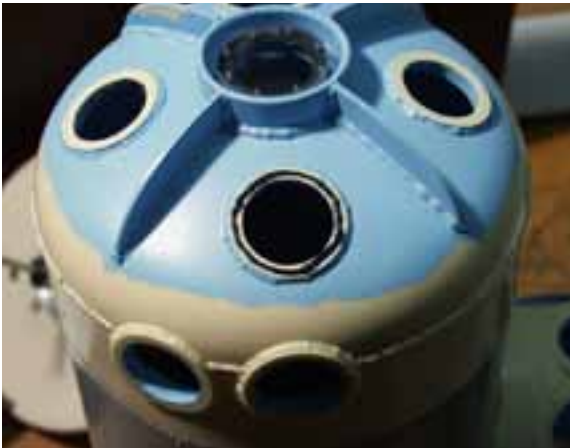


- ❑ Der Verschluß muß bei Linksdrehung öffnen. Das ist zwar gewöhnungsbedürftig, aber wegen des Ruderservos an Bb nicht anders machbar.





- ❑ Den vorderen Druckkörperboden mit dem Rumpfrohr verkleben. Das Resinteil von innen gründlich entfetten und anschleifen, hier sitzt meistens viel Trennwachs. Der Verstärkungsring soll je zur Hälfte im Rohr und im Gußteil sitzen.



- ❑ Den Bugkonus aufkleben. (Nacharbeit an einigen Scheiben und Querstegen nötig)
- ❑ Turm einkleben.
- ❑ Die Schutzkrägen aus Alublech



biegen und Montieren.

- ❑ Tiefenruderträger nicht vergessen.
- ❑ Seitenruderträger und Stevenrohr im Heckkonus einkleben.
- ❑ Das Scharnier wird aus dem 2mm dünnen Polystyrolrohr gebaut. Mit 406 hält die Klebung auf der Kante gut genug.



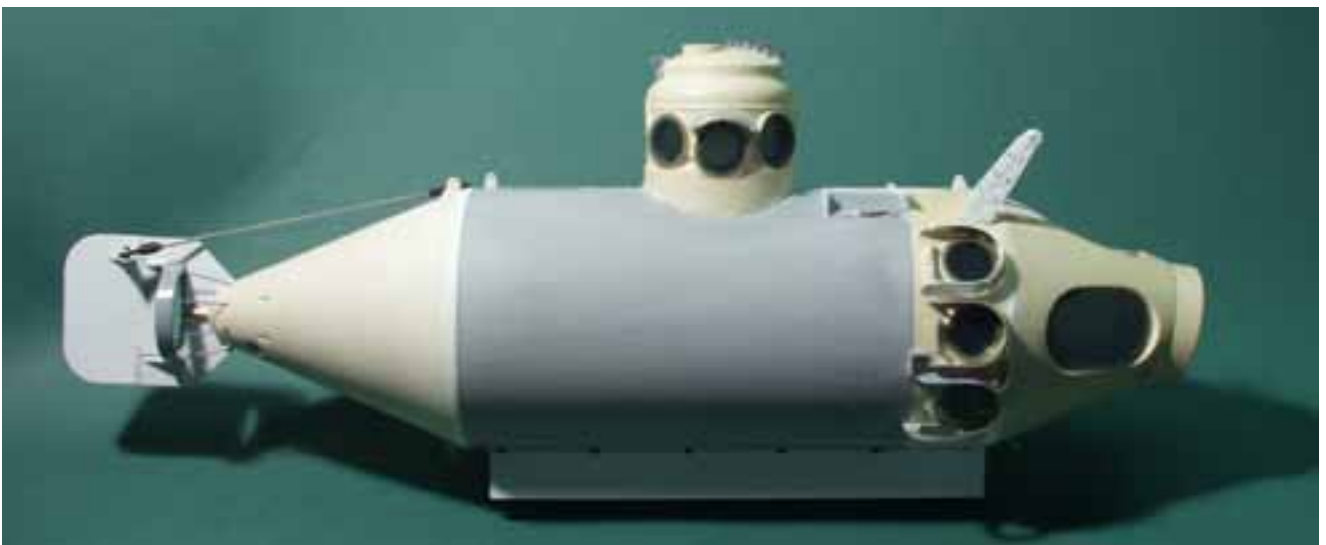
- ❑ Propellerschutzring teilen und mit den Verstärkungsdreiecken ankleben. Der Schutzkäfig wird nicht in die Vertiefungen am Heckkonus geklebt, sondern weiter achtern auf die Fläche.
- ❑ Kleinteile an Deck: Hebeösen, Trittlechlager, Ventile, Schraubklötze ankleben



- ❑ Schweißnähte ziehen. (Siehe Tips am Anfang)
- ❑ Die Sitzflächen der Scheiben abkleben (geschnittener Maskierfilm liegt bei).



- ❑ Boot gelb (RAL 1007 chromgelb) lackieren.



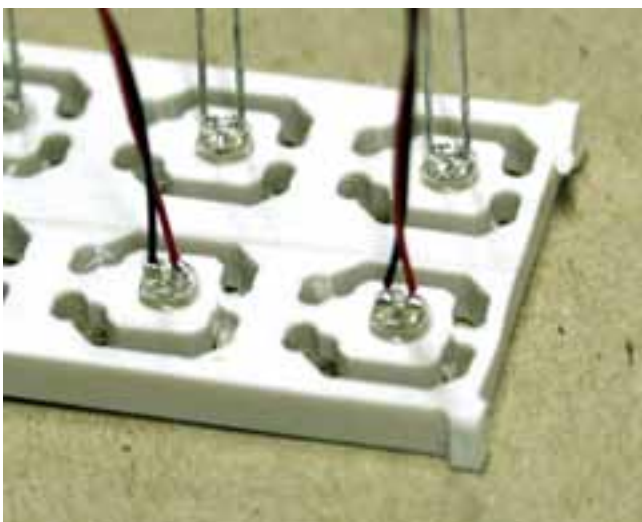
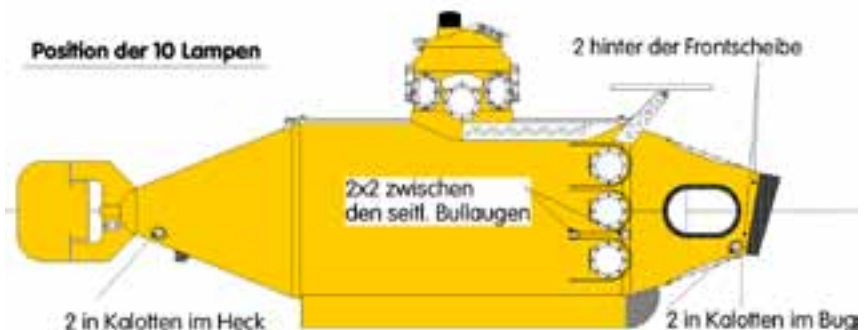
- ❑ Scheiben aufkleben. Dabei eventuell M1 Schrauben in die Bohrungen einsetzen.
- ❑ 3 Ruderhebel aus gefrästen Messingblechen und Stellringen zusammenlöten, M2 scheiden.



den kaptonisolierten Draht gelötet. Die Lötstellen werden mit Terostat (oder anderem Kleber) gegen Wasserkontakt geschützt.

- ❑ Die Borddurchführungen der Kabel werden mit 1,2mm gebohrt und mit Sekundenkleber versiegelt.

- ❑ Die Tiefenruderwelle besteht aus einem Rohr, daß teilweise plattgequetscht wird.
- ❑ Die LEDs des Beleuchtungssatzes werden möglichst kurz an



- ❑ Die 2 Teile der Lichtverteilerplatine werden an die Rumpfwand geklebt und die Drähte aufgelötet.
- ❑ Der Kompass sitzt auf einem Stück Gummischlauch (Schrumpfschlauch auf 5mm Dorn geschrumpft) am vorderen Flutventil.



- ❑ Fertigbau mit allem Kleinkram nach Fotos.
- ❑ Eigene Detaillösungen sind möglich, da das Original bei jedem Einsatz anders ausgerüstet ist.



**Modell von Guido Faust**

ein paar Originalbilder







## Ausrüstung

Die Fernsteueranlage ist bewußt einfach und übersichtlich konzipiert. Ohne Sonderfunktionen reicht eine 4-Kanal Anlage völlig aus.

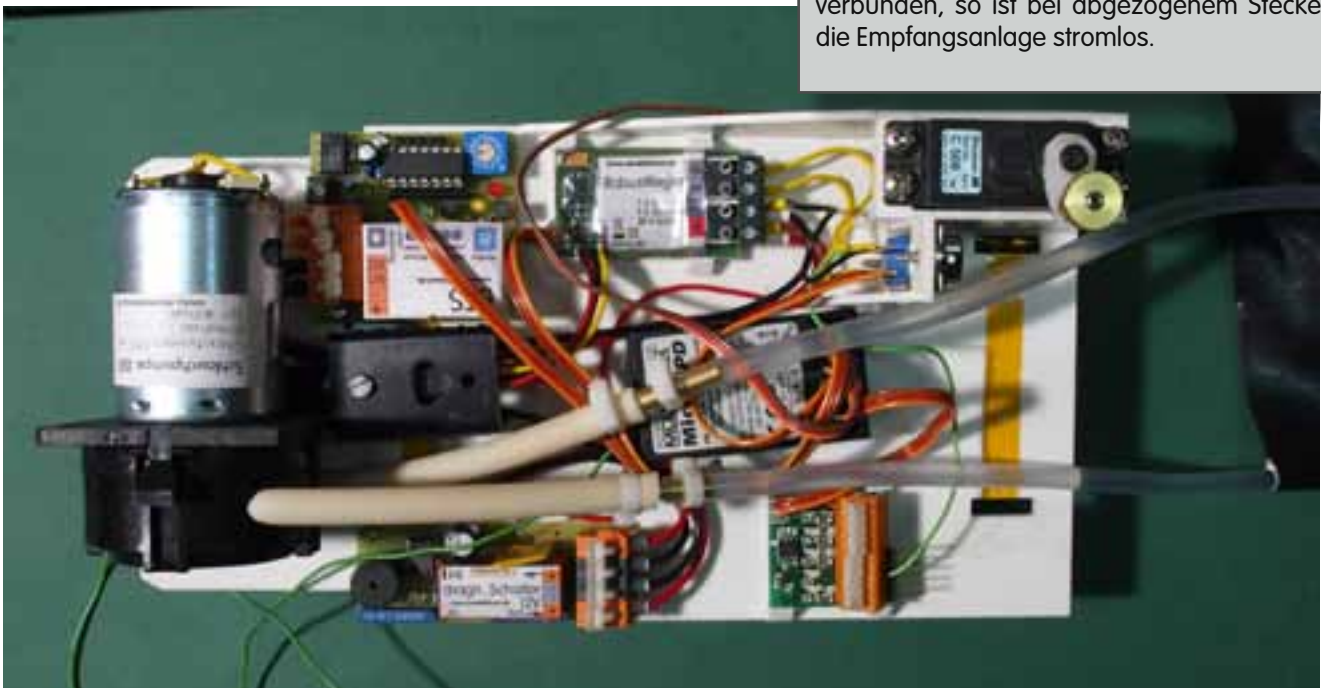
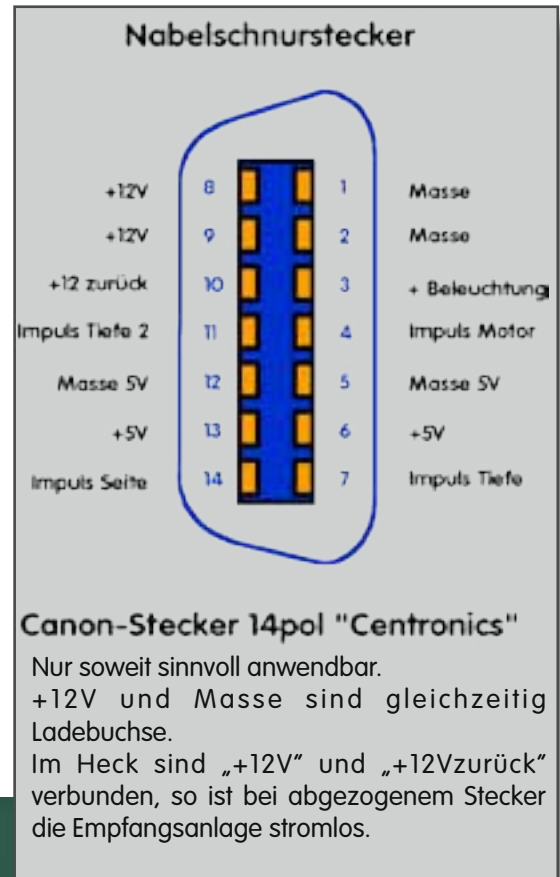
Als Stromquelle dient ein Blei-Gel-Akku von 12 V und 2 Ah. Der Antriebsmotor kann damit 2 h laufen. Die Gesamtbetriebszeit ist dadurch auch mit Kamera und Beleuchtung immer über eine Stunde. Die Ladetechnik eines Bleiakkus ist denkbar unkompliziert: 13,8 V Konstanzspannung (aus einem Bleiakku-Dauerlader) anlegen und vergessen. Die Selbstentladung ist so gering, daß das Uboot auch nach einem halben Jahr im Regal noch voll betriebsfähig ist.

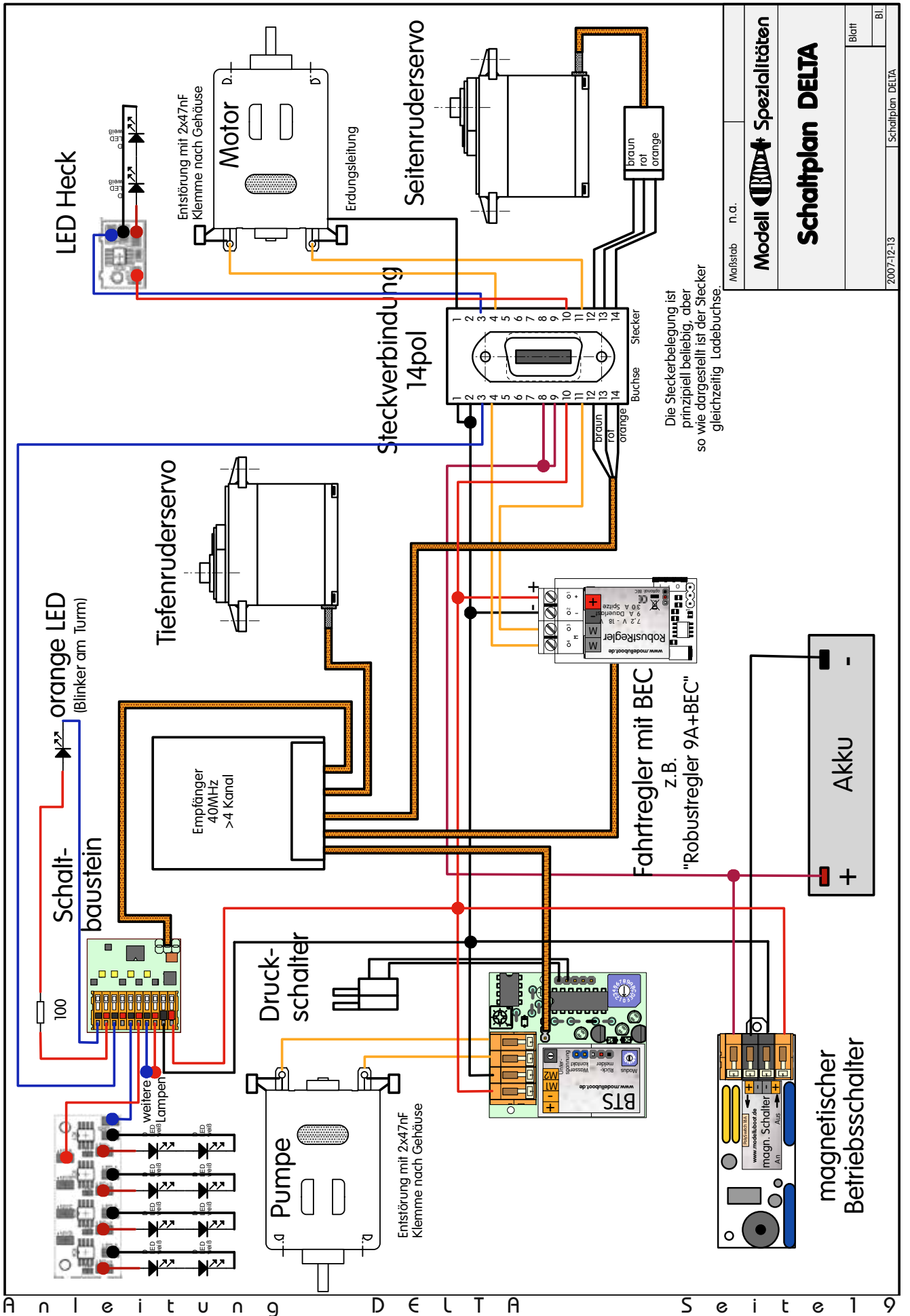
Wie bei anderen Akkus auch, müssen beim Betrieb im Uboot einige Punkte beachtet werden, da sonst durch austretendes Knallgas Explosionsgefahr besteht:


- Den Akku nur mit geeignetem Ladegerät laden, Polung beachten, Parameter sorgfältig einstellen.
- Den Akku nie in geschlossenen Behältern laden. Also Uboot immer offen laden und nach

dem laden ausreichend lange offen ausgasen lassen.

- Wenn der Akku defekt ist (z.B. Ladekontrolle geht nicht mehr aus, Akku ist sehr schnell leer, Nennspannung wird deutlich unterschritten) unbedingt austauschen!





Maßstab	n. d.
<b>Modell  Spezialitäten</b>	
<b>Schaltplan DELTA</b>	
Blatt	
Bl.	
2007-12-13	Schaltplan DELTA

## Das Ballastsystem

**A**ls Ballasttank dient bei diesem System ein elastischer Beutel. Er wird von einer umkehrbaren Pumpe gefüllt und gelenzt.

Im Gegensatz zu ähnlichen Anordnungen wird hier aber eine Pumpe verwendet, die im Stillstand dicht ist. Damit kann sich der Inhalt des Beutels nicht mehr langsam durch Leckage ändern.

Die Steuerelektronik schaltet die Pumpe fluten/stop/lenzen und enthält Sicherheitsschaltungen gegen Verlust des Funkkontakts, Unterspannung und Wassereinbruch. Wenn der Sack voll ist, verhindert ein Druckschalter Schäden.

Die Genauigkeit der Ballastmenge ist gleichwertig mit der eines Kolbentanks. Die Flutzeit ist aber deutlich länger. Das ist

aber für viele Uboote ein Nachteil, der sich verschmerzen läßt.



### **Das System bietet folgende Vorteile:**

- Das System ist einfach und überschaubar
- Der Gummisack ist gut unterzubringen, auch bei großem Flutvolumen.
- Der Schwerpunkt wandert nicht beim Fluten
- Es ist preiswert

Der elastische Beutel wird aus einer robusten, alterungsbeständigen Folie zusammengeklebt. Damit kann für jedes Uboot ein passender Ballasttank gebaut werden.

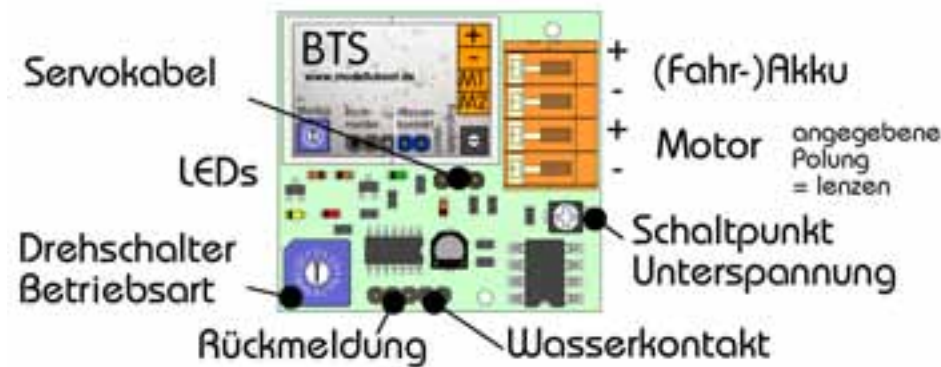
Eine Alternative sind fertige Beutel aus der Medizintechnik. Aber gerade die preisgünstigen Einmal-Artikel altern unter Lichteinwirkung recht schnell und gehen dann unter wiederholter Belastung kaputt.





## Die Steuerelektronik

Die BallastTankSteuerung wandelt einen Proportionalkanal (=Servoanschluß) in zwei Schaltfunktionen um. In Mittelstellung des Steuerhebels am Sender sind beide Relais in Ruhestellung. Jeweils auf halbem Weg zum



### Lage der Anschlüsse

Vollauschlag spricht eins der beiden Relais an. Eine grüne beziehungsweise gelbe Leuchtdiode zeigt dies an.

Ausgangsseitig sind die Relais als Umpoleinheit verschaltet. Der angeschlossene Motor wird also vorwärts-stop-rückwärts geschaltet.

Die Schaltfunktion erfolgt mit einer kleinen Verzögerung von einigen Zehntelsekunden um kurzfristige Störungen auszublenden. Die Schaltpunkte zum An- und Abschalten eines Relais haben etwas Abstand (Hysterese), so daß ein Flattern am Schalterpunkt nicht auftreten kann.

Bei einem Ausfall der Funkverbindung durch zu große Tauchtiefe oder andere Umstände schaltet der Baustein automatisch auf „Lenzen“, wenn die Störung eine gewisse wählbare Zeit angehalten hat. Es sind Verzögerungen von 0, 5, 10 und 30 Sekunden vorgesehen.

Wenn die beiden Anschlüsse des Wassermelders verbunden werden, wird das „Fluten“ Relais blockiert und damit

ein erneutes Abtauchen verhindert. Die rote LED blinkt dabei gleichmäßig.

Die Spannung des Pumpenakkus wird ständig überwacht. Unterschreitet sie länger als 6s die Schwelle (voreingestellt auf 9V für 12V Akkus) geht der Baustein auf lenzen und die rote LED blinkt in Zweiergruppen. Wird schon beim Einschalten Unterspannung erkannt, wird die Schutzfunktion deaktiviert und die rote LED blitzt. So ist auch bei falsch eingestellter Schwellenspannung ein Betrieb möglich.

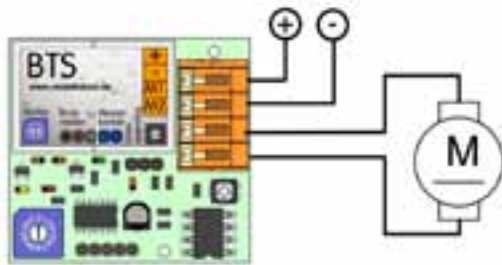
Der Rückmeldeeingang ist für den „Trimmungsautomatik“-Schalter der Engel-Kolbentanks vorgesehen und

wird hier nicht benutzt.



## Anschluß

Der Servostecker gehört in einen Empfängeranschluss. Klar.

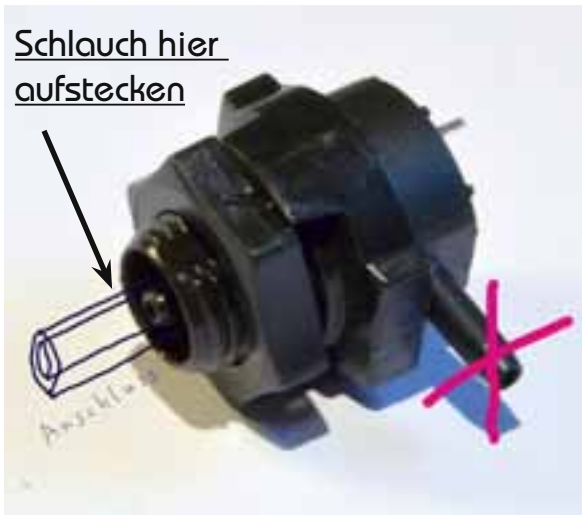


### Umpolschaltung für Schlauchpumpe

Die Kontakte der beiden Relais sind so herausgeführt, daß ein angeschlossener Motor umgepolt wird. Entsprechend einfach ist die Basisbeschaltung.

**Wichtig:** Die grüne LED signalisiert „Lenzen“. Die Förderrichtung der Pumpe unbedingt überprüfen, sonst macht die Failsafe-Funktion genau das Falsche.

Schlauch hier aufstecken



Bei der Inbetriebnahme sollte eine Sicherung in der Stromzufuhr verwendet werden, damit Schaltungsfehler keinen nachhaltigen Schaden anrichten können. Wenn alles so läuft wie vorgesehen, kann die Sicherung wieder ausgebaut werden. Eine der Leiterbahnen ist als Sicherung für etwa 30A ausgeführt und kann das Schlimmste verhindern. Nach Gebrauch sollte sie nur mit einem dünnen Draht geflickt werden, besser mit einer Sicherung.

### rote LED

aus:	alle Systeme ok
an:	Senderausfall
blinken:	Wasserkontakt
doppelblinken:	Unterspannung
blitzen:	Unterspannungserkennung deaktiviert

### Druckschalter / Wassermelder

Der Druckschalter wird an die zweipolige Pfostenleiste angeschlossen. Er begrenzt den Druck im Beutel und verhindert so ein Platzen. Dazu wird er über das Y-Stück mit an den Gummisack angeschlossen. (Bei Schaltern mit 2 Schlauchanschlüssen den Anschluß benutzen, der am weitesten von den elektrischen Kontakten entfernt ist.)

Papallel dazu kann der Wassermelder angeschlossen werden. Als eigentlicher Wassermelder eignen sich zwei ca 1 cm abisolierte Drahtenden im Abstand von 1-3 mm. Ein Test mit einem angefeuchteten Finger zeigt die Funktionsfähigkeit.

### technische Daten **BallastTankSchalter**

Betriebsspannung:

sicher	4.0 - 6.0V
möglich	3.0 - 7.0V

Stromverbrauch 0,5mA Leerlauf  
100mA geschaltet

Impulse

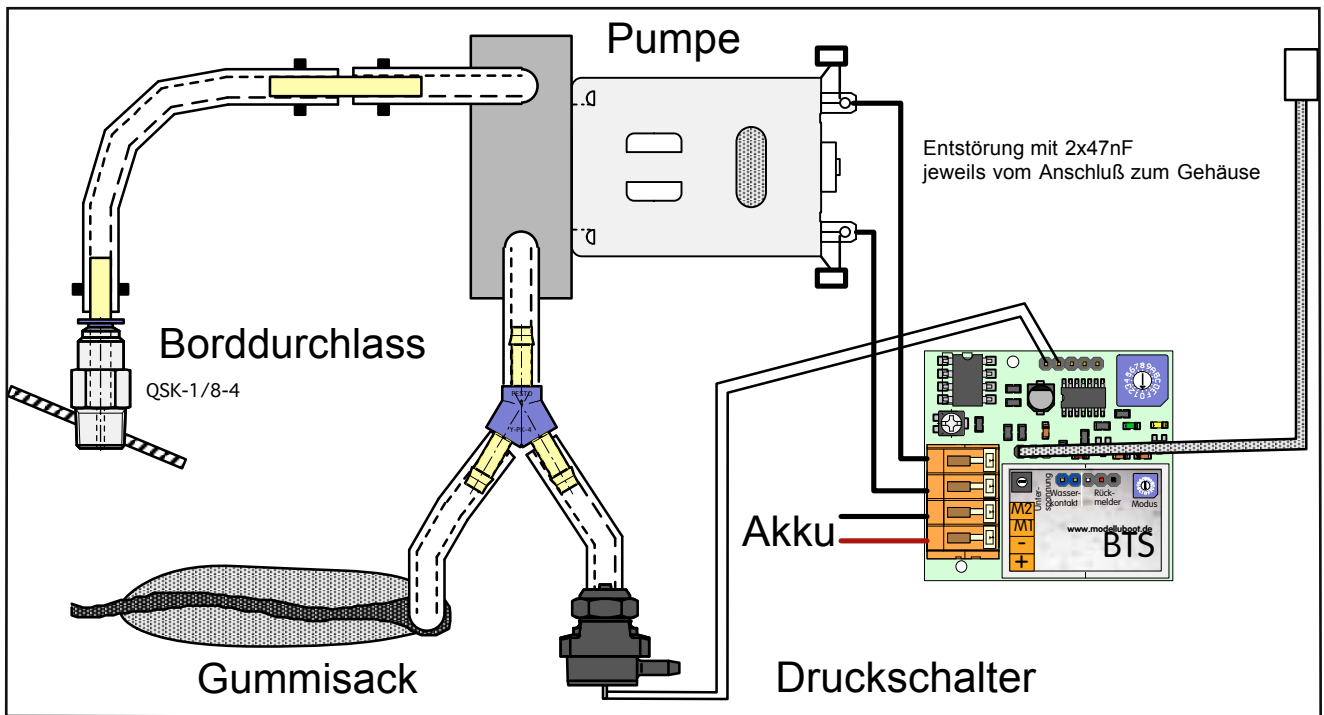
positiv,  
1,0 - 2,5ms,  
paßt damit an alle  
Anlagen

Abmessungen

48x45x20,  
offene Platine

Gewicht:

49 g



**Verrohrung**

Das Ballastsystem Gummisack - Schlauchpumpe wird wie nebenstehend skizziert zusammengesteckt.

Wichtig ist der Anschluß des Druckschalters. Er überwacht den Innendruck des Gummisacks und sichert ihn gegen Überfüllung und Platzen.

Der Borddurchlass wird als steckbare Verbindung am Heckflansch ausgeführt. Der selbstschließende Nippel wird dazu an eingezeichneter Position im Heckflansch eingeschraubt oder geklebt. Als Gegenstecker dient ein Stück Messingrohr  $\varnothing 4\text{mm}$  (Kanten gut entgraten)

Alle aufgesteckten Schläuche – insbesondere solche die Außendruck führen – sind zu sichern. Schlauchschellen dieser Größe sind kaum zu bekommen und Kabelbinder ungeeignet. Daher bleibt nur eine alte aber funktionelle Sicherung: (Kupfer-)Draht 2 Umdrehungen um den Schlauch wickeln und die Enden verzwirbeln.

Stellungen Wahlschalter				
0	1	2	3	keine Verzögerung
4	5	6	7	5s
8	9	A	B	10s
C	D	E	F	keine & naß-lenzen
Futaba, Becker, MPX-Uni	Graupner, MPX	alte Robbe	Futaba FC PCM	

nicht für Gummisack verwenden!



## Der Sack

Der Gummisack besteht aus Teichfolie und wird mit *gutem* Sekundenkleber auf Maß zusammengeklebt. Der Anschluß wird in ein Ende der Knickkante eingeklebt. Diese Enden sind der einzige Schwachpunkt des Gummisacks und sollten sorgfältig kontrolliert werden. Sie lassen sich mit Sekundenkleber und Aktivator plombieren.

**Guter Sekundenkleber:** Ich verwende mit bestem Erfolg Loctite 406. Der ist zwar mit 20€ für 20g einer der teuersten Sekundenkleber, die es gibt, aber für Kunststoffverbindungen

absolutes Maximum. (gleichwertig soll Cyanolit 302 sein)

Unabhängig vom verwendeten Kleber muß die Folie vor der Klebung mit Aceton oder ähnlichem Lösungsmittel abgewischt werden, um Fettspuren und Tennmittel zu entfernen.

### Aber Schritt für Schritt:



Folie zuschneiden. 180x250mm, Faltung auf 180x125mm

Klebeflächen mit Aceton-feuchtem Lappen reinigen.

Klebstoff als feine Bahn auftragen.

Beutel zusammenfalten und Nähte von Hand bis zum Abbinden (5-15 s) festdrücken.



Es verbleiben 2 Problemstellen: Der hier zu sehende Zwickel und der Schlaucheinlaß.

Beide mit Klebstoff verfüllen. Das geht optimal, wenn man den Tropfen mit „Kicker“ (also Aushärtebeschleuniger für Cyanoacrylate) ansprüht. Aber die Kleberflasche vorher 2 m wegstellen, sonst ist nächste Woche die ganze Flasche hart.



Am Schlauchanschluß genauso verfahren.

Abschließend Drucktest.

Der fertige Sack kann getestet werden, indem er bei abgeklemmtem Druckschalter prall aufgepumpt wird. Wenn ein Manometer zur Verfügung steht sollte ein Prüfdruck von 0,5 bar benutzt werden. Der Betriebsdruck ist durch den Druckschalter auf 0,062 bar begrenzt und damit weit entfernt von einer Gefährdung eines getesteten Beutels.



