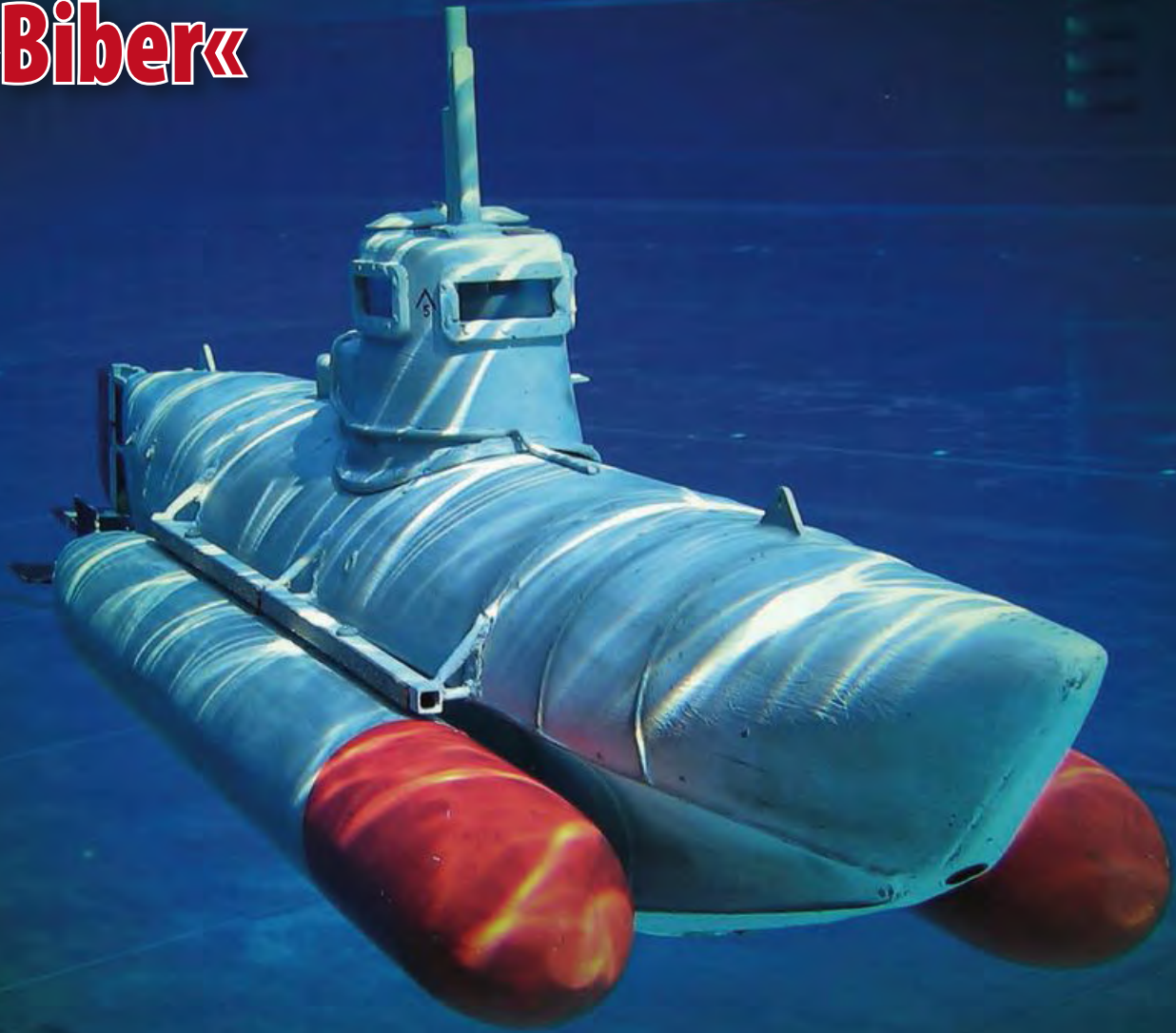


U-BOOT

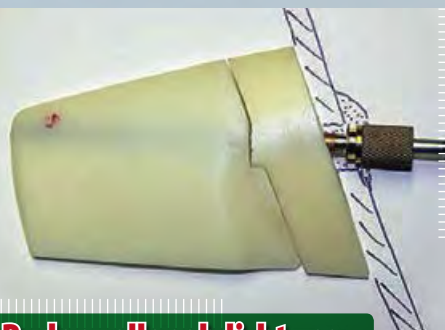
MODELLWERFT
SPEZIAL 2

MODELLE - TECHNIK - FASZINATION

Kleinst-U-Boot »Biber«



robbe U-47 als U-977



Ruderwellenabdichtung



Italienisches 212A »Scirè«



**FÜR DEN FEINEN JOB
GIBT ES
DIE RICHTIGEN GERÄTE**

Präzisionsdrehmaschine PD 230/E. Made in Europe. Qualität, die man sieht und fühlt!

Komplett mit automatischem Vorschub, Drehfutter, Gewinde-schneideinrichtung, mitlaufender Körnerspitze und Oberschlitten zum Kegeldrehen.

Spindeldrehzahlen von 300 bis 3.000/min. Spitzenweite 230 mm. Spitzenhöhe 52 mm. Spindeldurchlass 10,5 mm. Automatischer Vorschub (0,05 oder 0,1 mm/U).

Von PROXXON gibt es noch 50 weitere Geräte und eine große Auswahl passender Einsatzwerkzeuge für die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche.

Präzisionsdrehmaschine
PD 230/E



**Bitte fragen Sie uns.
Katalog kommt kostenlos.**

PROXXON

— www.proxxon.com —

Proxxon GmbH - D-54343 Föhren - A-4210 Unterweisersdorf

Modell-UBOOT Spezialitäten

Bausätze:
Delta, DeepRover,
Delfin, DeepFlight,
UB1, ROV,
Lageregler,
Bajonett-
verschlüsse,
Dichtungen,
Zubehör



NORBERT BRÜGGEN
Benderstraße 39
41065 Mönchengladbach
Tel.: 0 21 61 48 18 51
www.modelluboot.de
mail@modelluboot.de



www.vth.de

**Rechtzeitig zu Beginn der neuen Bausaison:
der neue Bauplankatalog!**

**Übersicht über mehr als 2300 Baupläne
von internationalen Lieferanten.**

Jedes Modell mit Bild & technischen Daten!

Best.-Nr.: 330 0020 Preis: 7,50 €

Bestellen Sie jetzt!

Verlag für Technik und
Handwerk neue Medien GmbH

BESTELLSERVICE

D-76532 Baden-Baden
Tel.: + 49 07221 5087 22
Fax: + 49 07221 5087 33
E-Mail: service@vth.de
Internet: www.vth.de

EDITORIAL



U-Boote gelten aufgrund der aufwendigen Technik als die Königsdisziplin des Schiffsmodellbaus. Der besonderen Technik und speziellen technischen Detaillösungen widmen wir zahlreiche Beiträge dieses MODELLWERFT-Spezials zum Thema U-Boot-Modelle. Ob wasserdichte Durchführungen von Ruderwellen und Gestängen oder die Konzeption eines passenden Rumpfes für einen Technikträger – hier bekommen Sie die richtigen Informationen für Ihr nächstes U-Boot-Modell. Zahlreiche Artikel widmen sich auch der wohl faszinierendsten Tauchtechnik, den Pressluftbooten. Diese Technik entspricht am ehesten der Form, mit denen auch die Originalen auf ihre Fahrten in die Tiefe gehen. Die technikbedingt großen Modelle sind einfach faszinierend und echte Sahnestücke des Modellbaus.

Kommen Sie auch mit diesem MODELLWERFT-Spezial U-Boote wieder mit in die Tiefen der Meere und tauchen Sie ein in eine faszinierende Welt der hochkomplexen Technik – viel Spaß dabei!

Oliver Bothmann
Redaktion MODELLWERFT-Spezial U-BOOT



Titelbild: Stefan Metzger, Modell des Kleinst-U-Bootes Typ Biber im Maßstab 1:10 von Carsten Kaufuss auf Österreich

INHALT

Inhalt und Editorial.....	3
Kleinst-U-Boot Biber in 1:10	4
Ruderwellenabdichtung.....	8
U 977 aus robbes U 47	10
Aboangebot mit neuen Prämien	17
Ungewöhnliche Fotos von U-Boot-Modellen	19
U 36 mit Presslufttechnik.....	20
Composite-Propeller	32
Gestängedurchführungen	37
U-Boot-Impressionen	38
Dolfijn mit Presslufttechnik.....	40
Impressum	47
U-Boot-Impressionen	48
Projekt 945 – Codename Barrakuda.....	50
Torpedoabschuss im Modell	52
Rumpfbau für einen Technikversuchsträger	54
Italienisches 212A Scirè	62
Vorstellung Sonar e.V.	66

▲ HMS Trenchant
mit Eismeertarnung
Foto: Pascal Richener



Nachdem ich meinen circa zwölf Jahre alten Biberrumpf in 1:10 im Keller wieder entdeckt hatte, war mein Interesse wieder geweckt. Aber der ursprüngliche Rumpf und auch der Turm waren eigentlich nur noch für einen Abzug gut. Diesem spröden Rumpf konnte keine Tiefe mehr zugemutet werden. In vierzehntägiger Überarbeitung wurden noch diverse Details angearbeitet und die endgültige Form konnte gezogen werden, recht stabil in Epoxy, da es nicht nur bei einem Boot bleiben sollte. Es entspricht in den Maßen dem Biber, der

im Museum in Overloon ausgestellt ist, da ich diese dort abgenommen habe.

Die Urform des Torpedo Bug- und Schwanzteils entstanden aus einem Zaunpfahl, auf den entsprechenden Durchmesser gedreht sah anschließend meine Drehbank und mein Keller natürlich dementsprechend aus. Geplant ist, dass man auf Wunsch die Biber mit funktionsfähigen Torpedos ausrüsten kann, die allerdings nicht einfach losdonnern, sondern in allen Funktionen ferngesteuert sein sollen. Deshalb waren diese neuen Formen notwendig. Diese Boote waren mit dem G7E TcIII ausgerüstet der sich wesentlich vom normalen Torpedo unterschieden hat. Auch kann daraus ein Kleinst-U-Boot Neger gebaut werden: zwei Bug- und Heckteile, 53-mm-Marleyrohr, eine Plexikanzel und fast schon fertig.

Die Turmform und das Turmluk wurden auch nach einer Überarbeitung schließlich in Formenbausilikon gegossen, somit sollten die Türme und Luken aus Resin im Taumelverfahren hergestellt werden. Der erste Abguss eines Turmes wog circa 130 Gramm. Die Jetzigen liegen bei ziemlich genau 90 Gramm. Das Luk wiegt 8 Gramm,

es besteht natürlich die Option den angegossenen Lukendeckel geschlossen zu halten, oder halt zum Öffnen – was ich für die deutlich interessantere Lösung halte. In den Lukendeckel wurde noch eine kleine runde Scheibe aus Plexiglas eingesetzt.

Generell muss bei dem Biber relativ genau aufs Gewicht geachtet werden, ausgelitert lag er bei 2,7 kg. Allerdings in der Bauform mit gefluteter Bugsektion. Heißt somit, man sollte vorher alle Komponenten zusammen und gewogen haben, um nachher an der Badewanne nicht überrascht dazustehen. Ein besonderer Hingucker beim Biber sind Seiten- und Tiefenruder, da sie ja quasi am Rumpf angeflanscht wurden, als hätte der Konstrukteur diese zuerst vergessen. Wobei das Tiefenruder genau im Schraubenstrom des 45-mm-Dreiblattprops liegt. Das Tiefenruder wurde um ca. 15% in der Breite vergrößert. Meine Ruder habe ich wie beim Original mit Holz ausgefüllt nur die Ränder und die Achsaufnahmen sind noch aus dem verwendeten Platinenmaterial. Die T-Stücke der Ruder sind aus Metall gelötet und halten jetzt selbst Hammerschläge aus. Also war hier erst mal feilen angesagt. Das



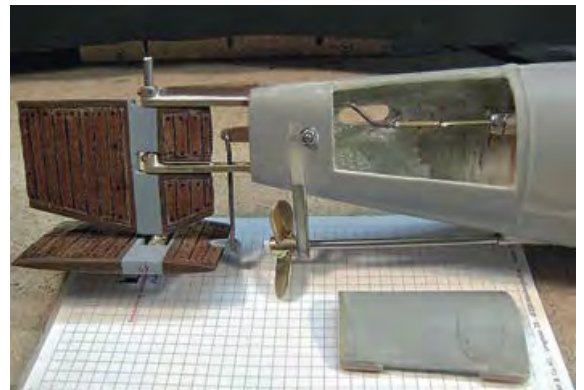
▲ Turm und andere Teile des Bibers



Zerlegter Biber an Land – hier wird die Größe der Torpedos besonders deutlich



▲ Teile der Technikeinbauten des Modells



▲ Das Heck mit geöffneter Wartungsklappe

Heck wurde anschließend gerade eingefräst und die Messingführungen genau ausgerichtet. Am besten sollte man den Rumpf vorher mittig anreißen, und dann an der Achse des Seitenruders mit dem Winkel 90° zur Tischkante ausrichten. Voraussetzung ist natürlich, das Heckteil ist gerade zur Arbeitsplatte

positioniert. Lieber einmal mehr messen, das spart nachher ein ständiges Ärgern über eine schiefe Optik. Gerade im Fall dieser Ruderflächen fallen selbst nur ein paar wenige Grad sofort ins Auge. Dann sollte der Umlenkhebel des Tiefenruders eingesetzt werden, (es wird alles mit 2-mm-Stahldraht ange-

lenkt) anschließend Gewinde aufgeschnitten und mit M-2-Stoppmutter gesichert.

Der Biber ist mit einer seitlichen Luke ausgerüstet. Der Vorteil ist, das man die Position der Ruder außerhalb einstellen kann, da die Servos im hinteren recht unzugänglichen Teil liegen. Das



▲ Blick auf die Holzrunder und die kompliziert abgewinkelte Anlenkung des Seitenruders

► Der Turm des Modells mit geöffneter Luke. Hinter den kleinen Fenstern ist die Figur des Fahrers zu erkennen



Seitenruder ist im Gegensatz zum Tiefenruder einfacher anzulenken, dabei darf die Ausbuchtung nicht vergessen werden, und zwar dort wo die Kante des Ruders bei „Vollauschlag rechts“ gegen die Anlenkung stößt.

Es wurde der zersägte Ur-Rumpf gescannt, um den genauen Querschnitt zu bekommen, danach wurden dann Schotts Bug und achtern, Verschlussring, Ruder, Montageplatte inklusive Servohalter, Motorhalterungen für einen kleinen bürstenlosen 90-Watt-Motor und jede Menge Kleinteile gefräst. Auf den Bildern kann man die hier erwähnte seitliche Montageluke sehen, diese wurde steuerbords ins Heck eingearbeitet. Davor wurde natürlich der Heckspant mit den 3-mm-Stopfbuchsen eingesetzt, um die Position des Deckels zu ermitteln.

Der Freiflutraum im Heck muss, genau wie der im Bug, beim Einsetzen und Rausnehmen des Bootes schnell geflutet und auch gelenzt werden können, heißt, es sind etliche Öffnungen einzufräsen, aber diese so unauffällig wie möglich. Dies gilt natürlich auch für die Entlüftungsbohrungen auf beziehungsweise im Deck.

Dann war die Wellenanlage an der Reihe. Diese wurde angefertigt, in dem ein Messingdrehteil mit einem Standardsteynrohr verlötet und danach mit einem Simmerring und zwei Kugellagern ausgerüstet wurde. Wobei hier an der Rumpfaußenkante das erste Gleitlager sitzt und die Welle bis zum gefrästen Wellenbock frei dreht, und dann dort durch eine Sinterbronzeführung läuft.

Am Ende sitzt ein 45er-Messingprop, der wie beim Original von hinten mit einer Mutter gehalten wird.

Ausgerüstet ist der Biber mit einem 50er-Kolbentank Marke Eigenbau mit ca. 240 ml, möglich ist sicherlich auch eine Schlauchpumpe. Dieser Tank läuft mit einem Planetengetriebemotor, der eine minimale Stromaufnahme hat und den Tank in ca. 20-25 Sekunden füllt oder lenzt. Der Durchmesser des Schlauches liegt bei 6 mm und reicht völlig für die doch relativ langsam laufende Pumpe.

Als Stromquelle werden sechs der neuen A1-2-3-Zellen mit 3,3 Volt und 2.400 mAh dienen, wobei zwei Packs á drei Zellen parallelgeschaltet werden und unterhalb des Technikrahmens angebracht werden sollen. Es muss dann nur noch im Frühjahr und Herbst geladen werden da die Zellen sich nicht entladen und der Brushless-Motor mit maximal 7.500 U/min bei 12 Volt auch nicht der Stromfresser ist.

Als Nächstes habe ich die Verschlüsse eingeklebt und einen Tragrahmen für das Bugteil an den Verschluss gebaut, der mit einem 8er-MS-Rohr und dem Heißauge verbunden ist. Dieses Heißauge mit dem MS-Rohr wird nach oben rausgezogen und das Bugteil ist gelöst. Der Verschluss kann jetzt abgeschraubt werden. Dieser ist mit dem Technikrahmen, der am Heck befestigt ist, verschraubt, und beim Anziehen der einzigen Schraube werden beide Dichtflächen (Bug und Heck) dichtgezogen. Es sitzt ein Drehteil vorne auf dem Technikrahmen mit

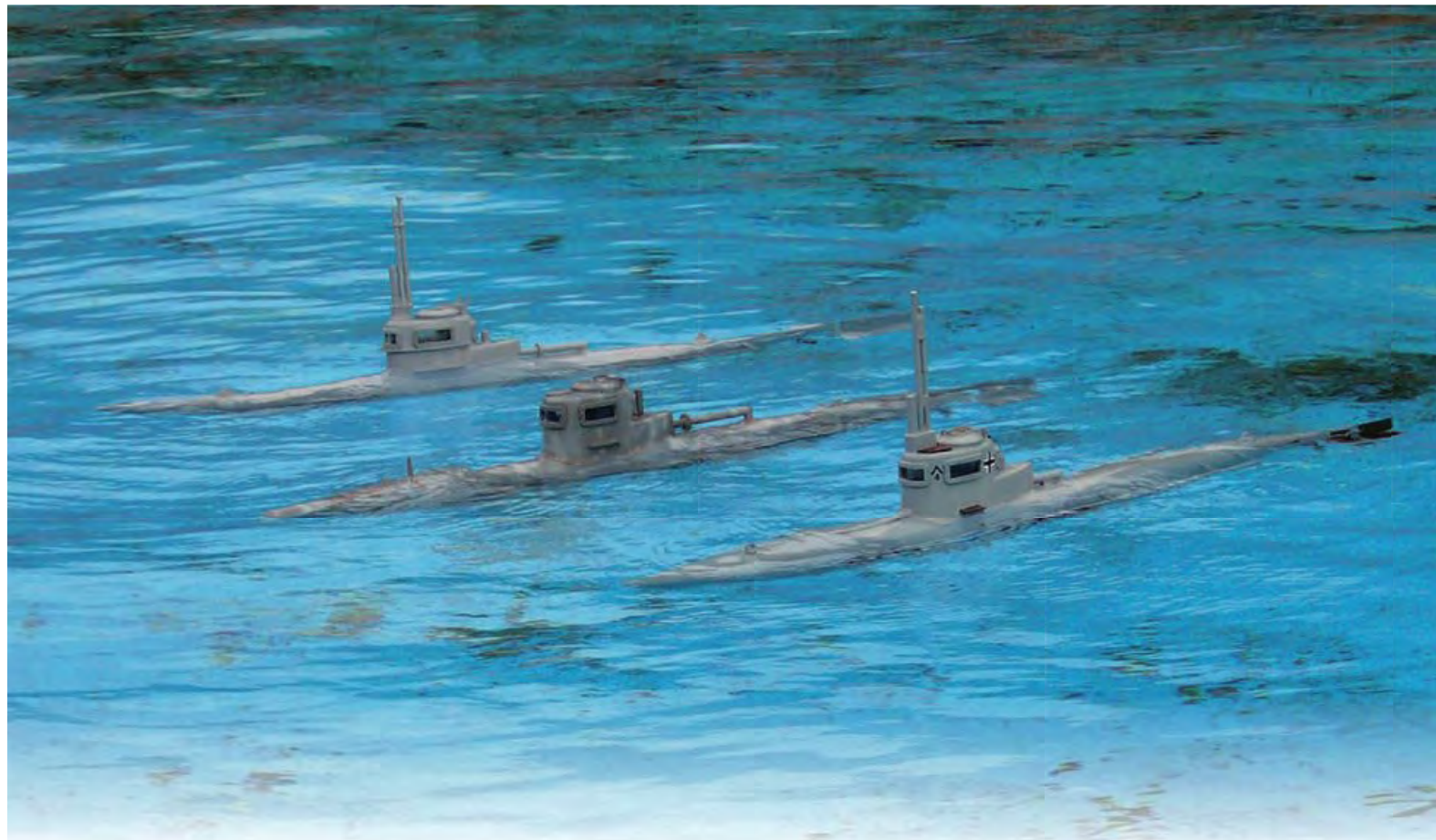
einem M6-Gewinde, die Schraube ist abgedichtet mit einer 3 mm starken Gummischeibe, die eine Stanzung von 5 mm hat, wie bei den früheren Deckelverschraubungen, beim Anschrauben dichtet diese Gummischeibe dann ab. Die Dichtflächen sind mit einer weichen 3-mm-O-Ringschnur versehen, diese ist in den eingefrästen Nuten der Verschlüsse eingesetzt und kommt bei längerem Nichtgebrauch raus damit sie sich nicht ungewollt und bleibend plattdrückt.

Am Heck wurde dann die Wartungsklappe mit einem Scharnier befestigt, die Klappe selbst wird auch mit einem Haken, der an dem hinteren Heißauge sitzt, zugehalten.

Im Turm sind die Fenster aus Teilen einer PFTE-Kunststoffflasche eingeklebt, diese waren praktischerweise schon vorgeformt. Auf dem Turm sitzt neben dem Periskop ein Trittbrett für den Einstieg, darunter sind Entlüftungsbohrungen, wie auch hinter der Luke ein Trittbrett angebracht wurde unter diesem sitzen dann die gleichen Bohrungen. Auch wurde vor dem Verkleben auf den Rumpf der Turm noch mit Licht ausgerüstet, und zwar mit einer Tachoinnenbeleuchtung eines alten Motorrades, die Fassung wurde wegen der Wasserdichtigkeit mit Epoxy eingesetzt und auf ein Instrumentenbrett aus Kunststoff verklebt. Das Licht ist mit knapp 10 Volt völlig ausreichend im Original war das ja auch eher ein diffuses Licht. Die Birne sitzt in einem Winkel das man diese auch noch durch die Luke rausziehen und gegebenenfalls



◀ Drei Bibermodelle an Land



wechseln kann. Zwei Rohre gehen aus dem Turm ins Bugteil, diese habe ich auch so mit zwei Aluröhrchen dargestellt, worin jetzt die Kabel der Beleuchtung ins Mittelteil führen. Diese Kabel kommen genau am Anfang des Technikrahmens im Boot an, sodass es kein großes Rumfingern gibt, sondern dort auf einer Steckverbindung zu sitzen kommen. Es ist selbstverständlich, dass diese Bohrungen in den Rumpf dicht verklebt sein müssen.

Eine Fahrerfigur ist auch eingearbeitet und wurde von einem wahren Könnern aus dem Plastikmodellbaubereich farblich gesupert.

Der Auspuff ist ein CFK-Rohr aus der Restekiste, dieses wurde auf Gehrung gesägt und verklebt und innerhalb des Turmauslaufes mit einer Rohrstütze versehen, das Auspuffrohr ist ein veränderter Festo-Fitting. Der Periskopträger ist aus Aluvollmaterial gefeilt, wurde anschließend verböhrt, wobei der vordere Stutzen durchgeht bis in den Turm, damit der Träger nicht einfach nur draufgepappt, sondern auch fixiert ist. Die Luke wird mit einem simplen Hebel verriegelt. Die beiden langen Spargel sind mit einer Madenschraube gehalten, um für den Transport auch

abschraubbar zu sein, ein paar Details wie Haltetaschen wurden mit einer dünnen Kupferfolie realisiert.

Die Torpedoablaufschienen werden aus einem Messing-Doppel-L-Profil und diversen Abstandshaltern aus Messing aufgebaut. Die Torpedoformen sind soweit fertig und, wenn der Biber komplett ist, wird daran weitergearbeitet, um zumindest einen als vollwertiges steuerbares Modell auszubauen. Die Torpedos hängen wie im Original an zwei Pilzen in den Ablaufschienen, wobei noch an einer Mechanik getüftelt wird, um sie zu entriegeln, in der Art eines mechanischen Stiftes.

Ein paar Eckdaten der doch übersichtlichen Technik: Akkus 2x3 Li-FePos mit 9,9 Volt, ein robbe Roxxy-Motor mit 90 W und dazugehörigem Regler, zwei Microservos (Standard sind doch ein wenig zu groß), Lageregler und Tauchtanksteuerung komplettieren das Ganze. Es musste noch ordentlich Blei reingepackt werden, um auf die KWL zu kommen, die knapp an der unteren Turmkante sitzt.

Zur Farbgebung ist zu sagen, dass sich viele Biber-Fahrer da äußerst kreativ gezeigt haben, aber im Grunde die Rümpfe halt grau gehalten wurden.

Bei diesem Maßstab finde ich es realistischer mit dem Pinsel zu arbeiten, da es halt im Original auch keine Hochglanzboote waren. Ich benutze seidenmatten Farben und für die Versiegelung der Holzteile salzwasserbeständigen Bootslack.

Das Fahrbild ist sehr harmonisch, über Wasser ist der Radius wohl fast dreimal so groß wie getaucht, allerdings ohne Torpedos. Am besten fährt der Biber auch solo, mit den Aalen ist er deutlich behäbiger. Bei Vollgas geht er richtig gut, obwohl das ja nichts mehr mit dem Original zu tun hat. Er kann regelrechte Haken schlagen und ist in jeder Situation gut zu beherrschen, auch nicht zu toppen ist die Wirkung des Tiefenruders, da empfiehlt sich eine gute Lageregelung.

Empfehlenswert für jeden, der einen großen Maßstab möchte und ein wenig detailverliebt ist, den Geldbeutel nicht über Gebühr strapazieren will und ein sogenanntes Regalboot möchte.

Nach knapp 2,5 Jahren habe ich außer einem kaputten Servo noch keine Werftaufenthalte gehabt. Laden, fahren und gut ist. Die Fahrzeit mit dem Akku kann je nach Stimmung bis zu vier Stunden betragen.

RUDERWELLENABDICHTUNG

BEI MEINEM DERZEITIGEN PROJEKT, EINEM DURCH DIE BUNDESMARINE BESTELLTEN BOOT DES TYP 212A IM MASSSTAB 1:32 (SIEHE BERICHT „U 36“ IN DIESEM SONDERHEFT), KOMMT DIE AUSFÜHRUNG ALS PRESSLUFT-BOOT ZUR ANWENDUNG. NACH VIELEN „NORMALEN“ ARBEITEN, DIE BEIM BAU EINES SOLCHEN BOOTES ANFALLEN, BIN ICH BEI DER HERSTELLUNG DER RUDERWELLENABDICHTUNG EINEN NEUEN WEG GEGANGEN.

In diesem Boot liegt die Ruderanlenkung im Druckkörper, also innerhalb des trockenen Heckkegels. Somit ist also in diesem Fall nicht das Gestänge selbst, sondern die eigentliche Ruderwelle gegen eindringendes Wasser abzudichten.

Die von einigen anderen Modellbauern erfolgreich angewandte Abdichtung über einen Ruderkoker mit eingebautem O-Ring wollte ich nicht übernehmen. Der um den doppelten Schnurdurchmesser des O-Ringes vergrößerte Ruderkoker ließ sich in meinem Projekt nicht im feststehenden Teil des Ruders,

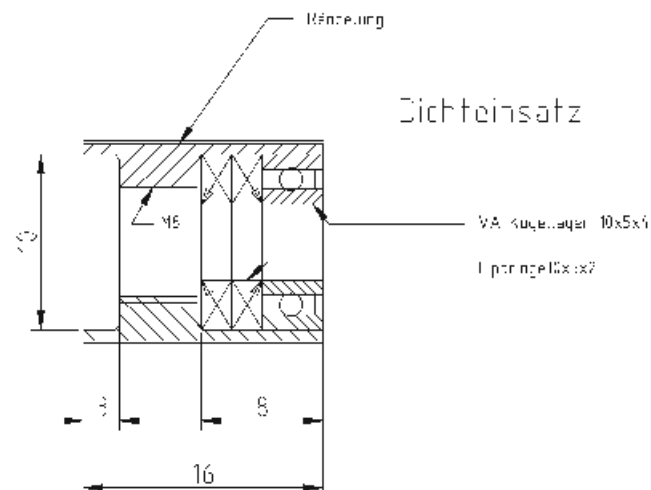
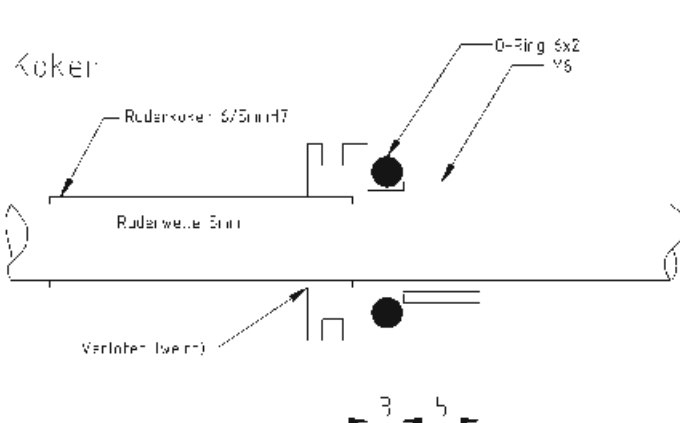
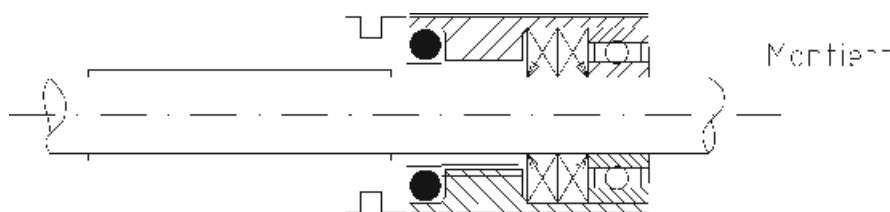
dem „Totholz“, unterbringen. Der für den Ruderkoker benötigte Außendurchmesser würde also die Baubreite des Totholzes überschreiten und somit seitlich aus diesem herausragen. Von der Möglichkeit die Abdichtung im Ruderkoker in das Innere, also unter die Heckkegeloberfläche, zu legen, habe ich Abstand genommen. Hierbei hätte ein defekter O-Ring in den Tiefen des Heckkegels ausgetauscht werden müssen. Der Anspruch einer guten Zugänglichkeit war hier die gestellte Aufgabe. Die Lösung sollte eine leichte Wartung der sich tief im Heckkegel befindlichen

Dichtungen ermöglichen. Weiterhin sollte eine Lagerung mittels Kugellager auf der Ruderhebelseite untergebracht werden. Alle Komponenten sollten demontierbar und somit austauschbar sein.

AUSWAHL DER DICHTUNG

Die bewährte Ausführung der Ruderwellenabdichtung wird mit einem oder zwei O-Ringen abgedichtet und funktioniert in vielen Modellen bei sorgfältiger Herstellung zuverlässig. Als Nachteil wird zumindest bei zwei O-Ringen ein erhöhter Reibungswiderstand genannt. Dieser entsteht in der Hauptsache dadurch, dass die Abdichtung durch eine gewisse Vorpresseung des O-Ringes konstruktionsbedingt vorgegeben ist. Die im Querschnitt runden Dichtungen sind eigentlich nur zu statischen Abdichtungen gedacht. Da Abdichtungsprobleme von drehenden Wellen aber nicht gänzlich neu sind, gibt es in der Industrie zahlreiche Lösungsansätze.

Hier bietet sich der Einsatz sogenannter Lippringe an, die für die Abdichtung einer Welle mit geringen Drehgeschwindigkeiten sehr gut geeignet und von der Bauform auf kleinstem Raum unterzubringen sind. Sie können für ca. sechs Euro im Industriefachhandel bezogen werden. So nachteilig, wie sich der Preis



UNG IM U-BOOT-MODELL



▲ Die einzelnen Baustufen sind gut erkennbar: Schraube roh mit Messingrohrabschnitt; Abgedreht, gebohrt und verlötet; auf Länge abgestochen und mit der O-Ring Dichtungsnut versehen. Daneben der eigentliche Dichteinsatz mit dem davor liegendem Inhalt: Lippringe und dem Kugellager



▲ Hier ist die komplett einbaufertige Einheit zu sehen. Wird der Ruderkoher kürzer gestaltet, ist die Abdichtung auch für Bootstypen interessant die keine feststehenden Ruderteile haben. Wasserseitig lässt sich der Ruderkoher eventuell mit einem Sinterlager bestücken

zumindest im direkten Vergleich zu normalen O-Ringen darstellt, so vorteilhaft ist die Dichtwirkung. Durch die Lippen steigt die Dichtwirkung mit zunehmendem Druck, während die Reibung angenehm klein bleibt. Durch die Verwendung von Kolbentanks entsteht im Boot ein Innendruck. Um diesem nicht die Möglichkeit zu geben, die Dichtlippe anzuheben und damit dem Wasser ein Schlupfloch zu gewähren, sind zwei dieser Lippringe pro Welle eingebaut. Hierdurch ergibt sich noch ein weiterer Vorteil: der Zwischenraum kann z.B. mit mittelviskosem Silikon als Dauerschmierung gefüllt werden, welches der Lebensdauer der Dichtelemente zu Gute kommt.

AUFBAU

Somit entstand folgender Grundaufbau von der Seite des Ruderanlenkhebels aus gesehen: Edelstahlkugellager zur Aufnahme der Hebelkräfte, zwei Lippringe gegensätzlich eingebaut, Messing-Rohr als Ruderkoher und Wellenführung auf der Wasserseite. Diese Konstruktion hat den Vorteil den kompletten Dichteinsatz inklusive der Lagerung mittels der M8-Schraubverbindung lösen zu können. Somit kann diese Einheit außerhalb des Bootes gewartet werden. Auch das eventuelle Einpressen neuer Dichtelemente oder Lager fällt mittels Schraubstock leichter als der Wechsel am Boot. Selbst bei Versagen eines Dichtelementes auf ei-

ner Veranstaltung ist mit einem mitgeführten Ersatzteil ein minutenschneller Wechsel möglich. Der O-Ring übernimmt die statische Abdichtung des eigentlichen Dichteinsatzes auf dem im Rumpf einlaminierten Ruderkoher.

FERTIGUNG

Durch das sehr kurze M8-Gewinde waren die ersten hergestellten Teile nicht für den Einsatz im Boot, sondern eher für den großen Eimer neben der Drehbank geeignet. Irgendwie war das mittels Außengewindeschneider hergestellte Stück Gewinde immer ein bisschen schief. Hierdurch „taumelte“ die Ruderwelle in den Lippringen, was somit niemals dicht geworden wäre. Um diese Erfahrung reicher, wurde kurzerhand eine M8-Messingschraube veredelt.

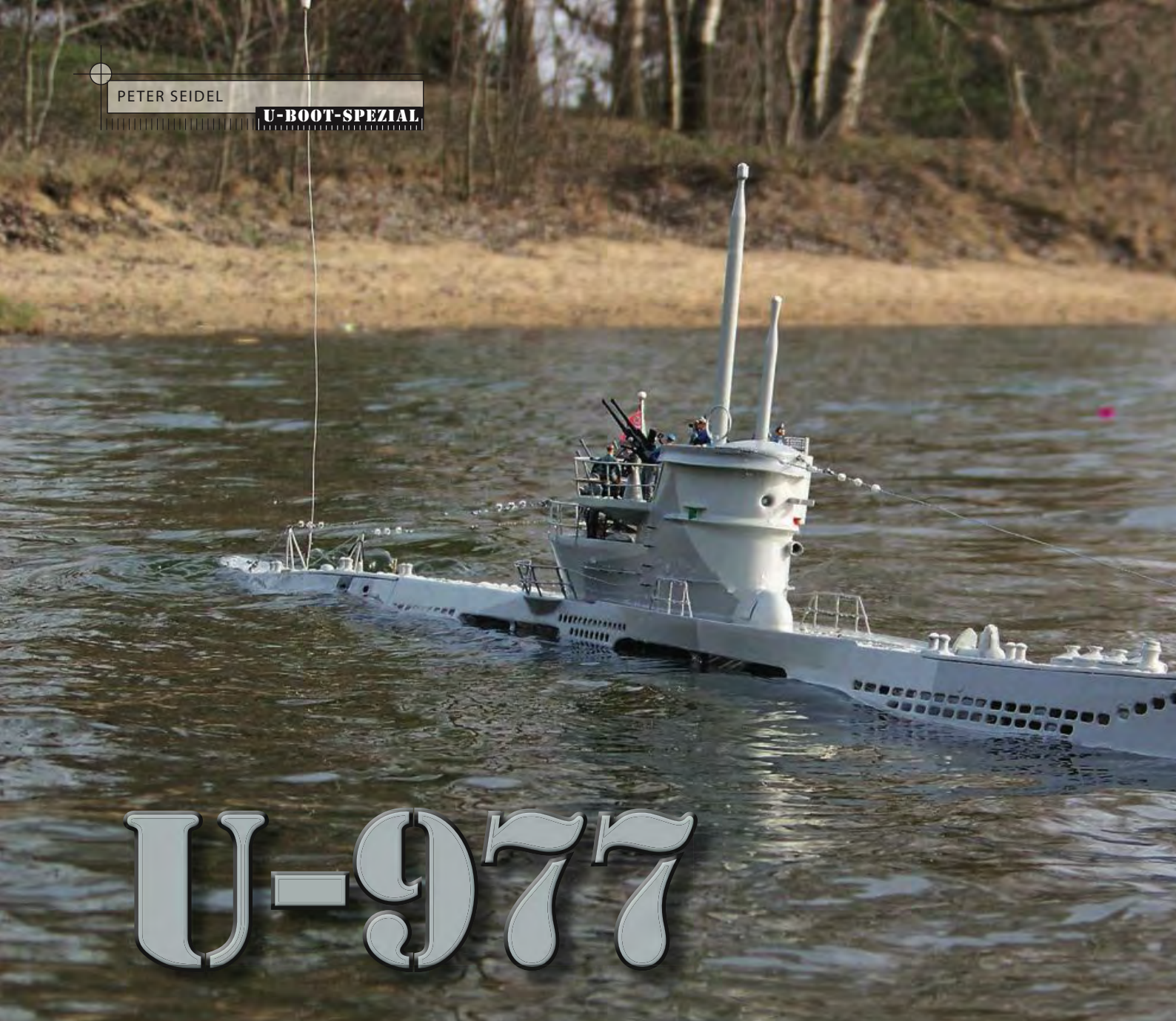
Die eingestochene Nut im ehemaligen Schraubenkopf soll der Verklebung mehr Fläche bieten und einen kraftschlüssigen Verbund herstellen. Alternativ lässt sich zum Beispiel durch Auflöten eines Lochbleches eine einlaminierbare Fläche anbringen.

Die Praxis hat gezeigt, dass ein selbstständiges Lösen des Dichteinsatzes durch die Drehbewegung des Ruders nicht auftritt, zumal der Ruderhebel ein Abschrauben verhindert. Ein Tropfen Schraubensicherung kann aber hier sicher nicht schaden.

Der Ruderhebel wird wie gewohnt mittels Madenschraube auf der mit einer Nut versehenen Welle befestigt. Die Ruderwelle selbst ist fest im Ruderblatt eingegossen, kann aber auch hier einschraubbar hergestellt werden.



▲ Komplettansicht mit Ruderblatt und Totholz, angedeutet die Kontur und Klebestelle im Heckkegel



U-977

ROBBE-MODELL EINES GESCHICHTSTRÄCHER

IM AUGUST 1945 LÄUFT DAS DEUTSCHE U-BOOT U-977 IN DEN ARGENTINISCHEN KRIEGSHAFEN MAR DEL PLATA EIN. DIE GESAMTE WELTPRESSE BEFASSTE SICH DAMALS MIT DIESER MYSTERIÖSEN, 66-TÄGIGEN UNTERWASSERFAHRT, DIE IN NORWEGEN BEGONNEN HATTE, ALS DIE GESAMTE BESATZUNG BESCHLOSS, NICHT ZU KAPITULIEREN, SONDERN IN EINER ABENTEUERLICHEN FAHRT NACH SÜDAMERIKA ZU FLIEHEN.

Doch nicht die erhoffte Freiheit war der Lohn der beschwerlichen und abenteuerlichen Reise, sondern Gefangenschaft und langwierige Verhöre erwarteten die Mannschaft und ihren Kommandanten. Trotz Bewunderung für diese unglaubliche Leistung lautete der Vorwurf: „Sie haben Hitler versteckt!“

Heinz Schaeffer, einer der bekanntesten U-Boot-Kommandanten des Zweiten Weltkriegs und der letzte Kommandant von U-977, beschreibt in seinem Buch „Geheimfahrt von U-977 nach Südamerika“ diese unglaubliche Flucht nach Argentinien mit all ihren psychischen und physischen Belastungen für

die Besatzung. Bei einem Besuch in Bremen habe ich das Buch in einem Antiquariat entdeckt und zu einem guten Preis erstanden. Ich habe es bereits mehrfach gelesen und es fasziniert mich immer wieder.

Bei einer Schaufahrveranstaltung unseres Vereins sprach mich ein Besucher an und fragte, ob ich Interesse an einem halbfertigen U-Boot-Modell hätte. Als meine Freunde das hörten, lachten alle und meinten: „Nimm das Ding, du hast ja Erfahrung in der Schrottaufarbeitung“. Na ja, wir wurden uns handelseinig und er lieferte mir das halbfertige Modell an. Es war das U-47-Modell von robbe.



I TIGEN VIIC-BOOTES

Bei der Bestandsaufnahme stellte ich dann fest, dass der Vorbesitzer mit diesem Baukasten überfordert war. Einiges hatte er falsch montiert, die Deckteile verschnitten, den falschen Kleber verwendet etc.

Nach kurzer Überlegung reizte es mich dieses Boot, das da in Teilen vor mir lag, weiter zu bauen. Ich betrachtete es als eine technische Herausforderung. Vorbildgetreue Modelle hatte ich in über 40 Jahren genug gebaut. Aber ein funktionsfähiges U-Boot hatte ich noch nicht auf der Helling meiner „Werft“. Gleichzeitig kam mir der Gedanke, das robbe-Boot nicht als U-47 sondern als ein anderes Boot zu bauen. Ich konnte an den Abmaßen des Modells nicht viel verändern, da ja alle Teile tiefgezogen und vorgefertigt waren. Nur in der Länge konnte ich etwas variieren und sie eventuell einem neuen Typ anpassen.

Da mich die Geschichte der U-Boote und deren Entwicklung sowie die gesamte Technik schon seit meiner Jugend interessiert und zu einem Teil meines Berufes wurde, stand für mich fest: Aus diesen verwendbaren Teilen baust du das Boot U-977. Die dazu erforderlichen Bauunterlagen, technische Details sowie umfangreiches Bildmaterial fand ich in Laboe, im Internet und in vielen Fachbüchern, zum Beispiel in der Enzyklopädie der U-Boote des Zweiten Weltkriegs von Bagnasco, im zweibändigen Werk von Rössler „Der deutsche U-Bootbau und seine Geschichte“. Den Generalplan, den ich in einem der Fachbücher fand, U-Bootstyp VII C/44, eines der letzten gebauten Boote mit verstärktem



Druckkörper (Materialstärke wurde von 18 mm auf 21 bzw. auf 28 mm erhöht, um eine höhere Festigkeit des Druckkörpers zur Erreichung größerer Tauchtiefen bis 300 m zu erzielen), schnelleren Tauchzeiten, höherer Unterwassergeschwindigkeit, verstärkter Fliegerabwehrbewaffnung und nicht zu vergessen verbesserter Sonar- und Funktechnik, sowie dem bekannten Schnorchel, habe ich kopiert und als Bauanleitung verwendet.

Die deutschen U-Boote hatten immer ein Geschwindigkeitsproblem über Wasser und im getauchten Zustand. Sie waren einfach zu langsam. Nach Einbau eines Luftmastes (Schnorchel) glaubte man, das Problem gelöst zu haben. Mit dem Schnorchel konnte man im getauchten Zustand mit den Dieselmotoren fahren, damit eine um 6 kn höhere Geschwindigkeit erzielen, die Batterien laden und damit den Aktionsradius erheblich erweitern. Es war aber nur ein verhältnismäßig gut funktionierender Kompromiss. Die ganze Sache war nicht ungefährlich. Beim Unterschneiden im Seegang verschloss ein Schwimmerventil den Luftmast und die Dieselmotoren saugten die erforderliche Luft schlagartig aus dem Bootsinneren. Nun kann sich jeder vorstellen, was dabei passiert. Neben den Atemproblemen der Besatzung konnte es passieren, dass selbst dem Koch die Suppe aus dem Topf flog. Jeder L.I. musste erst lernen, genau Tiefe zu steuern. Der Einbau des Schnorchels hatte noch einen zweiten bzw. den wich-

tigsten Aspekt überhaupt. Die immer stärker werdende Luftüberwachung der Alliierten führte ab 1943 zu immer größeren Verlusten. Erst mit der Einführung des Schnorchels konnte die Bedrohung aus der Luft erheblich eingeschränkt werden und die Boote konnten sich über eine längere Zeit der Verfolgung entziehen.

Der Film „Das Boot“ von W. Petersen, das U-Boot-Ehrenmal in Möltenort und nicht zu vergessen das Marineehrenmal in Laboe mit dem einzigen noch existierenden U-Boot dieser VII C/43-Klasse, stellten für mich eine sehr beeindruckende Verbindung zum Modell her und erinnern an die historische Tragik der fast 32.000 Besatzungsmitglieder, die in ihren Booten völlig sinnlos umgekommen sind. „Von Feindfahrt nicht zurückgekehrt“ – Hinter diesem Spruch verbargen sich grauenhafte Schicksale dieser jungen Freiwilligen.

ZUM MODELL

Als erstes musste ich mich, bevor ich mit dem Aufbau beginnen konnte, mit der mitgelieferten Montageanleitung und den drei Zeichnungen beschäftigen.

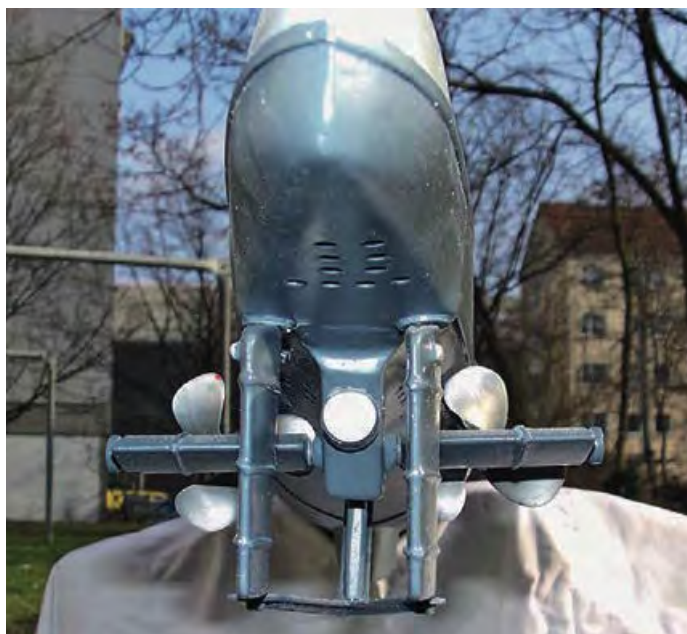
Die robbe-Ingenieure haben mit 1,7 m Gesamtlänge ein beachtliches Modell entwickelt. Der Schiffskörper ist zwecks besserer Transportmöglichkeit dreigeteilt. Für mich ergab sich allerdings ein Problem. Mein Vorgänger hatte das Modell teilweise falsch montiert und einige Teile verschnitten. Bugsektion und Mittelsektion waren bereits miteinander verklebt. Da er offensichtlich

verschiedene Spanten falsch eingesetzt hatte, stimmten der Decksprung und die seitlichen Flutschlitzmasken nicht. Noch schlimmer wurde die Geschichte, als ich versuchte, das Heckteil mit dem Batterie- und Motorträger in den Druckkörper zu schieben. Laut Bauanleitung muss sich der Schiffskörper damit schließen lassen. Dem war nicht so. Es ergab einen Spalt von 10-12 mm. Das gleiche Problem, Spanten waren falsch auf dem Druckkörper verklebt worden. Zum Schluss stellte ich dabei noch fest, dass die Propellerwellen nicht fluchteten.

Um es kurz zu machen: Nach der noch möglichen Demontage und umfangreichen Neufertigung diverser Teile begann ich mit einem grundlegenden Neuaufbau des Bootes.

Als Erstes versuchte ich den verbliebenen Zwischenraum zwischen Hecksektion und Mittelschiffsektion zu korrigieren. Da ich für das neu aufzubauende Boot die Gesamtlänge ändern musste, gelang mir dies ohne Schwierigkeiten durch Einfügen und Verkleben von mehreren Blindspanten. Aber dann ging es los! Ich bekam das Boot nicht dicht. Entsprechend der Montageanleitung sollte der vorgesehene O-Ring das Abdichten bewirken.

Da der Vorbesitzer bei der Montage offensichtlich seine Brille verlegt hatte, war der Abschlussstapen völlig außer Winkel geraten und ich war genervt und am Überlegen, ob ich den ganzen „Schrott“ in die Tonne werfe. Aber dann siegte der Ehrgeiz und ich baute weiter.



▲ Das Ein- und Ausschalten des Modells erfolgt mit einem einfachen Mikrotaster

◀ Die Ruderhacke wurde aus Messing neu angefertigt



▲ Die Gestängeführung der Tiefenruder war eine etwas aufwendigere Konstruktion ▲



▲ Der Schnorchel in seinem Ausschnitt des Decks



▲ Details auf dem Vorschiff

Den Sitz der schief eingebauten Propellerwellen konnte ich durch Freifräsen und neu Verkleben korrigieren. Damit verbunden war auch die Korrektur der Wellenböcke. Das war schon schwieriger zu realisieren.

Um den Schiffskörper zu schließen, muss die Hecksektion in das Bugteil geschoben werden, durch Festziehen der Zentralschraubenstange wird das Druckrohr gegen den im Heckschott befindlichen O-Ring gepresst und damit abgedichtet. Klingt kompliziert, ist aber eine einfache und gut funktionierende Lösung. Wenn nicht die robbe-Ingenieure aus einer einfachen Gewindestange eine komplizierte Konstruktion gemacht hätten.

Ich ersetze dieses komplizierte Gebilde durch eine in der Länge angepasste, oberflächenveredelte M5-Gewindestange aus dem Baumarkt. Das Gegenstück, die Gewindebuchse im Geräteträger, wurde entsprechend aufgebohrt und ein M5-Gewinde geschnitten.

Eine ähnliche Schwachstelle war die Ruderhacke. Diese habe ich aus Mes-

sing neu angefertigt und beide Ruder von unten mit M2×4-Senkschraube gesichert.

Der komplett zusammengebaute Schiffskörper, noch ohne Decksteile, Propellerwellen und allen Rudern, musste vollständig gespachtelt werden, um die Unebenheiten, die ich nicht mehr im und am Schiffskörper korrigieren konnte, auszugleichen. Danach wurde der Schiffskörper mit einer Kunstharz-Grundfarbe RAL 7038 grau gespritzt. Nach der Trocknung wurde geschliffen, kleine Stellen mit Spachtelmasse nachgebessert und nochmals grundiert.

Die drei Decksteile, ich komme später noch einmal darauf zurück, musste ich beim robbe-Service bestellen. Die Vorhandenen hatte der Vorbesitzer in der Breite bereits verschnitten. Diese Teile selber herzustellen überstieg dann doch meine technischen Möglichkeiten.

Kommen wir zum Einbau der Technik. Als erstes wurden alle Tiefen- und Seitenruder im fertigen Schiffskörper montiert und beide Rudermaschinen im Technikträger eingepasst und befes-

tigt. Das ging alles einfach und unkompliziert. Schwieriger wurde nun schon die Gestängeführung.

Ich wollte beide Tiefenruder funktionsfähig machen. Da gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder ich baue im Vorschiff eine wasserdicht gemachte Rudermaschine ein oder ich mache die Geschichte mit einem Gestänge.

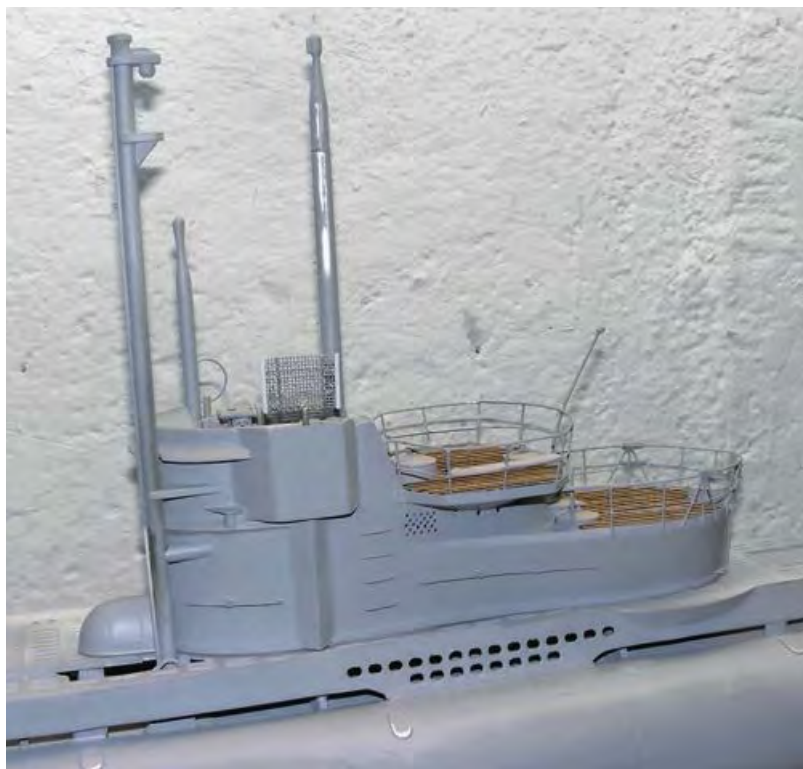
Ich habe mich für die Gestängevariante entschieden. Das bedeutet, ich musste



▲ Der Schlauch zur Druckerhöhung im Bootsinneren wurde elegant versteckt



▲ Die Umgestaltung des Turms war aufwendig



▲ Der neue Turm ist fertig

das Gestänge über dem Druckkörper entlang führen, im Hinterschiffbereich mit dem des hinteren Tiefenruders koppeln und eine Verbindung zu einer Rudermaschine schaffen. Allerdings muss das Tiefenrudergestänge zu trennen sein.

Ich habe bei diesem Boot die Montagemöglichkeit direkt unter dem Turm vorgenommen. Das Gestänge (Messingdraht von 3 mm Stärke) wird bei meinem Modell nicht in einem Metallrohr, wie so oft beschrieben, sondern

in einem, auf die Spitze gestellten und auf den Druckkörper aufgeklebten 10×10 mm ABS-Winkelprofil geführt. Damit erreiche ich, dass im Fahrbetrieb keinerlei Funkstörungen durch Knackimpulse auftreten.

Gleichzeitig wurde von mir die Mechanik für das vordere Tiefenruder mit dem Paddel auf dem Turm entfernt. Die Anfertigung und Montage der Rudergestänge und deren Justierung mit den Rudermaschinen war eine etwas zeitraubende Angelegenheit. Man

braucht da sehr lange und spitze Finger. Nach Einbau der beiden Motoren und der Propellerwellen erfolgte die erste Funktionsprobe auf der Werkbank. Ich verwendete nicht die von robbe vorgesehenen 6 V-Motoren, sondern 12 V-Motoren. Diese sind viel geeigneter. Der Spannungsverlust ist bei Einsatz von 6 V-Motoren ca. 33% und bei 12 V-Motoren nur ca. 8%. Nach mehreren Trimm- und Probefahrten verzichtete ich auf die Bleiakkus und setzte dafür leistungsfähigere NiMH-Akkupacks 12 V/3.000 Ah ein.

Da ich mich für das dynamische Tauchverfahren entschieden hatte (das statische Tauchverfahren war mir zu kostenintensiv) genügte eine 3-Kanal-Steuerung ohne BEC, also mit einem gesonderten Empfängerakku. Auf den in der Montageanleitung beschriebenen Einbau eines Schaltrelais zum Ein- und Ausschalten des Empfängerstroms habe ich verzichtet.

Über ein simples Gestänge wird ein einfacher Mikrotaster betätigt und damit das Ein- und Ausschalten geregelt. Die Technik war im Boot, Probelauf erfolgreich durchgeführt – nun ging es an die Decksteile.

Die robbe-Ingenieure haben das Deck des Bootes in fünf Teile geteilt. Ich habe bei der Rekonstruktion des ge-



► Die Bewaffnung wurde nach Zeichnungen selbst angefertigt

samten Decks das Bug- und Heckteil aus 3-mm-ABS neu anfertigen müssen und mit dem Schiffskörper verklebt. Die alte Netzsäge wurde nicht mehr benötigt. Diese Boote hatten keine mehr. Das Mittelteil wurde völlig umgearbeitet. Da auf U-977 das 10,5-cm-Geschütz nicht mehr vorhanden war, denn seit dem Sommer 1943 fuhren die meisten Atlantikboote ohne Buggeschütz, wurden gleichfalls alle Details laut Zeichnung abgeändert, zusätzliche Luken aus 0,3-mm-ABS aufgeklebt und ein nicht ganz einfacher Ausschnitt für den Schnorchel hergestellt.

Nach der Anfertigung des Schnorchels und der Kippmechanik – er sollte beweglich sein – wurde das Ganze auf dem Druckkörper befestigt und dann erst das Mitteldeck auf den Schiffskörper verklebt.

Um exakt scharfe Kanten zu bekommen, musste auch hier nachgespachtelt werden.

Das Decksteil zwischen Backdeck und Mitteldeck ist abnehmbar, ebenso das Decksteil zwischen Mitteldeck und Heck. Beide Teile sollen nach Montageanleitung mit Blechtreibschrauben auf dem Schiffskörper befestigt werden. Einem Modellbauer, der bisher immer vorbildgetreu gebaut hat, sträuben sich da die Haare. Ich habe beide Teile mit Senkschrauben M 2x6 auf dem Schiffskörper befestigt. Es war etwas zeitaufwändiger, aber es sieht natürlich besser aus.

Danach wurde die Decksrüstung wie Poller, Lippenklampen, Ankerspill, Torpedoluken, auf dem Vorschiff vier Rettungsbehälter, mittschiffs im Turmbereich die Reling, im Heckbereich beide Antennenhalter usw. montiert. Ein etwas schwierig zu lösendes Problem stellte die Druckerhöhung im



Schiffskörper dar. Laut Bauanleitung soll im Heckschott ein Fahrradventil mit Verlängerungsschlauch eingebaut werden. Nach der Druckerhöhung mit einer Fahrradluftpumpe soll der Schlauch dann irgendwie in die Flutschlitze bzw. in den Abgasschlitz der Dieselmotoren gesteckt werden. Ich habe dafür eine elegantere Lösung gefunden.

DER TURM

Wie bei allen deutschen U-Booten, so machte auch die konventionelle Artilleriebewaffnung der Boote des Typ VII während des Kriegs beträchtliche Veränderungen durch. Schon ab 1942 machte sich eine stärkere Flakbewaffnung der U-Boote durch die ständig stärker werdende Luftüberwachung der Alliierten erforderlich. Und wo sollte man die Flakgeschütze am günstigsten aufstellen? Es kam also nur der U-Boot-Turm in Frage.

Es gab Grundvarianten von Türmen. Die Konstruktionen hingen immer von der beabsichtigten Bewaffnungsvariante ab. Es gab gepanzerte, die aber aufgrund ihres hohen Gewichts ganz schnell wieder abgebaut wurden usw. Am Ende blieben trotzdem die U-Boote immer die Unterlegenen. Kein Kommandant kam ab 1943/44 mehr auf die Idee, sich auf ein Gefecht mit Flugzeugen einzulassen. Natürlich gab es Fälle, wo Bootsbesatzungen ausgesprochen Glück hatten und die Maschinen abschossen.

Ich möchte in meinem Beitrag nur auf die Bewaffnungsvariante meines Modells eingehen. Alles andere ist historisch und technisch äußerst interessant, aber würde den Umfang meines Artikels sprengen.

U-977 war mit einem Turm ausgerüstet, der es gestattete, auf der erweiterten Brückenplattform backbord und steuerbord je ein 2-cm-Zwillingsge-

▲ Eine entsprechende Besatzung rundet das Erscheinungsbild des Modells ab



schütz-M44 aufzustellen. Auf der am Turm nach achtern angebauten, etwas niedrigeren Turmverlängerung wurde anfänglich eine 3,7-cm-M42 bzw. eine 4-cm-Bofors-Flak-28 montiert.

In der Fachliteratur wird noch auf einen Austausch der genannten Waffen und die Aufstellung einer 2-cm-Vierlings-Flak „Mauser 38“ hingewiesen. Allerdings konnte ich keinen Hinweis finden, dass auf U-977 tatsächlich anstelle der 3,7-cm ein Vierling montiert war. Der Umbau des Turms entsprechend des vorliegenden Bildmaterials und des Generalplans war das Aufwändigste des gesamten Bootsumbaus und nahm eine verhältnismäßig lange Zeit in Anspruch.

Zunächst musste ich wieder beim robe-Service einen neuen Turm, nebst beiden Sehrohren, bestellen. Bei dem Vorhandenen waren beide Sehrohre falsch eingeklebt sowie das Oberteil mit dem Wellenbrecher schief montiert worden. Hier war nichts mehr zu retten.

Die komplette Veränderung, Vergrößerung der oberen Plattformen, die Turmverlängerung zur Schaffung einer zweiten Geschützplattform, sowie der Kasten für die versenkbare Funkmessantenne an der Backbord-Außenseite des Turms wurden nach vorliegenden Detailfotos aus 0,3- und 0,5-mm-ABS-Material angefertigt.

Die Sehrohre wurden umgearbeitet und teilweise ausgefahren dargestellt. Die Innenausrüstung des Turms wurde ebenfalls nach Fotos nachgebaut.

Bevor jetzt die Reling, die Munitionsbehälter, die seitlichen Steigeisen und Leitern an und um den Turm herum montiert werden konnten, waren noch einige Verfeinerungen durch Spachteln und Schleifen erforderlich.

Die Herstellung der Waffen war eine sehr zeitaufwändige Angelegenheit. Jürgen Eichhardt, dem ich an dieser Stelle danken möchte, stellte mir die erforderlichen Zeichnungen zur Verfügung. Die Anfertigung und Montage der Antennen von der Brücke zum Bug und zum Heck stellte sich als Problem heraus. Ich dachte anfänglich, na ja, zweimal Draht hinten und einmal Draht vorn und fertig! – doch weit gefehlt! Der Maßstab 1:40 ist verhältnismäßig groß und da kann man schon an solchen Details schaffen. Zweiter Versuch mit Takelgarn und aufgeklebten 2,5 mm Perlen als Isolatoren. Das Boot sah aus wie ein einfaches Modell. Dritter Versuch mit 0,3 mm Draht sowie kleinen Zugfedern am Turm. Das funktionierte schon besser. Jetzt brauchte ich mir nur noch etwas für die Isolatoren einfallen lassen. Und es klappte und sieht gut aus!

FARBGEBUNG DES MODELLS

Wenn ich nun schon einmal so einen großen Aufwand beim Umbau dieses Bootes betrieben habe, sollte auch die Farbgebung stimmen.

Wieder wurde im Internet gesucht und Fachliteratur zurate gezogen. Das Problem war, dass die Kriegsmarine ihre eigene Nummerierung benutzte. In einem Befehl des Oberkommandos der

Marine vom Mai 1943 heißt es u.a.: „... alle Frontboote müssen mit einem der nachfolgend aufgeführten Anstriche versehen sein

1. Nr. 38 schlickgrau – matt
2. Nr. 58/1 blaugrau – matt
3. Nr. 58/2 blauschwarz – matt“

Soweit, so gut. Das bekommt man ja noch hin. Aber es gab ja noch Tarnvarianten. Boote mit Einsatzgebiet Mittelmeer hatten ein interessantes Fleckentarnmuster. Davon gibt es eigentlicherweise viele Aufnahmen. Boote, die in der Ostsee als Ausbildungsboote fuhren, hatten lediglich eine gelbe Fliegerkennung am Turm.

Im Ergebnis habe ich für U-977 kein konkretes Tarnmuster gefunden. Aber da das Boot u.a. im Nordmeer operierte und 1945 dann aus Bergen ausgelaufen ist, vermute ich, dass da noch bestimmte Fragmente am Boot erkennbar waren.

In der Vergangenheit war ich immer ein Gegner von Figuren auf einem Modell. Nun habe ich einmal versucht, Besatzungsmitglieder, d.h. eine komplette Brückenwache, zu besetzen, so wie sich das Boot in See befindet. Ich hoffe, es ist mir gelungen. – Urteilen Sie selbst! Abschließend möchte ich mich bei Norbert Brüggem bedanken. Er stand mir bei der Rekonstruktion bzw. beim Aufbau des Bootes mit Rat und Tat zur Seite und unterstützte mich mit Material – Danke Herr Brüggem!

Wie man auf den Bildern ersehen kann, ist aus einem „verunglückten Baukastenmodell“ ein doch attraktives U-Boot-Modell mit hervorragenden Fahr- und Taucheigenschaften geworden.

Die Bemalung entspricht einem Boot, welches im Nordmeer gefahren ist





Jetzt die Modellwerft abonnieren und Prämie sichern!

★★★★★ **Exclusive Prämie von** **aero = naut**



Jenny 1 Jahresabo + 50 € Zuzahlung · 2 Jahresabo + 25 € Zuzahlung
Diva 1 Jahresabo + 30 € Zuzahlung · 2 Jahresabo + 10 € Zuzahlung

Jenny ist ein freier Nachbau der Motorboote der 1930er Jahre aus den USA. Das Classic – Design des Überwasserbootes wurde auf einen modernen energiesparenden Gleitboottrumpf aus dem Jahre 2010 aufgesetzt. Dadurch werden eine lange Fahrzeit und eine hohe Geschwindigkeit erzielt. Der Maßstab des Modells beträgt ca. 1:10.

Der Modellbausatz enthält:



Alle zum Bau erforderlichen Holzteile, Beschlagteile sowie die Schiffswelle und das Ruder.

Diva ist ein Bausatz eines vorbildähnlichen Kajütbootes aus den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts in Ganzholz-Bauweise mit abnehmbaren Kajütaufbau. Dadurch guter Zugang zu Akku,



Antrieb und Fernsteuerung. Alle Teile sind vorgestanz, was einen schnellen Zusammenbau ermöglicht. Der Bausatz enthält neben der Bauanleitung auch einen ausführlichen Bauplan, sämtliche Holz- und Beschlagteile, Welle mit Schiffsschraube sowie Schablone (Helling) zum Aufstecken der Spanten, was den Bau bzw. das Zusammenkleben wesentlich erleichtert.

(* Bankeinzug nur in Deutschland möglich!)

FROSCHPERSPEKTIVE

UNGEWÖHNLICHE FOTOS VON MODELLLEN



Minikamera in der Plastikkugel ...



... und auf dem „Schaumstofffloß“

So wie ich auch, möchten viele Modellbauer gerne ihre Modelle durch außergewöhnliche Fotos ins rechte Licht setzen. Ich bewundere immer Bilder, die in Höhe der Wasseroberfläche geschossen werden – sehen einfach super aus. Im Sommer ist das auch kaum ein Problem. Die Ufer meines „Stamm-Kieslochs“ sind zwar nicht so, dass ich mich auf den Bauch legen und dann mit der Kamera in Höhe der Wasseroberfläche fotografieren kann. Also, bis zum Hals rein in den Teich und Fotos geschossen. Wie gesagt: Im Sommer! Bei gutem Fotowetter, leicht bewölkt, etwas Wind, der gut für die Wellenbildung ist, gefühlten 15 Grad Lufttemperatur, hält sich meine Fotografierlust in Grenzen – es ist mir zu kühl.

In einem Bastelgeschäft sah ich dann glasklare Plastikkugeln, die äquatorial geteilt und zusammengesteckt werden konnten. War das die Lösung? Zu Hause nahm ich die Maße meiner

FlyCamOne und kaufte eine entsprechend große Plastikkugel. Die Kamera mit zusätzlichem Lipo-Akku in die Kugel, zusammengesteckt und ab zum Wasser. Ich muss dazu sagen, dass die Kamera Fotos in gewissen Zeitabständen und auch Videos machen kann. Beides probierte ich aus. Die Kugel tanzte leicht auf den Wellen und „traf“ mein Modell mal über Wasser, mal gerade unter Wasser und mal gar nicht. Nicht so tragisch, weil ich später zu Hause die Spreu vom Weizen trennen konnte. Wenn von den über 100 Fotos nur etwa 20% gelungen waren, konnte ich zufrieden sein. Bei der Videoaufnahme war es ähnlich, nur war die Ausbeute ergiebiger. Ich konnte per Programm zu Hause massenhaft Standfotos machen. Die Kugel war wasserdicht. Allerdings war mir das zu unsicher. Wenn die beiden Kugelhälften einmal auseinanderfallen sollten, wäre die Kamera dahin. Das wollte ich nicht riskieren. Ich hatte noch einen Bajonetting aus Alu herumliegen, den ich einmal für ein Modell verwenden wollte. Die Kugel wurde nun so aufgeschnitten, dass der Bajonetting passte. Jetzt war die Sache absolut dicht. Ich hatte jetzt die Wahl durch Einhängen eines Gewichtes die Kugel auf Grund oder in einer gewissen Wassertiefe zu positionieren oder auf der Wasseroberfläche schwimmen zu lassen. Auf Messen, die ich besuche, wurde die Foto-Kugel schon erfolgreich eingesetzt.

Ich brauchte jedoch noch etwas, was ich spontan einsetzen konnte, ohne jedes Mal die Kugel mitnehmen zu müssen. Bei einem Freund sah ich dann eine Minikamera im Schlüsselanhänger-Look. Sie konnte auch einzelne Bilder oder Videos machen. Vom Preis her sehr günstig, besorgte ich mir dieses kleine Ding. Aus einer Isolierschaumstoffmatte schnitt ich ein Stück heraus, legte die Kamera darauf und fixierte sie mit einem Stift so, dass sie bei leichtem Wellengang nicht über Bord gehen konnte. Das Ergebnis war mit den Aufnahmen der Kugel identisch – also für mich super.

Jetzt sträuben sich bei den Fotoexperten die Nackenhaare, ich spür es förmlich! Natürlich weiß ich, dass die Qualität der Fotos nicht so sein kann, wie mit einer hochwertigen Kamera. Aber, wenn meine Minikameras mal „absaufen“ sollten, kann ich es verschmerzen und muss nicht wie Rumpelstilzchen vor Wut in der Gegend herumspringen. Ich mache die Aufnahmen für mich und nicht für Fernsehen oder Zeitung.



▲ Einige Aufnahmen, die mit den „Geräten“ gemacht wurden



U 36

U-BOOT DER KLASSE 212A,

WO FÄNGT EIN BAUBERICHT AN? MEISTENS DORT, WO DIE ERSTEN TEILE DEN WEG ZU EINER BAUGRUPPE FINDEN. NUN, ICH FANGE MAL EIN STÜCK WEIT DAVOR AN ...

Wie kommt man darauf ein solches Projekt zu starten, obwohl man doch genau weiß das die eigene Frau, das Budget und viele andere Gegebenheiten Einschränkungen erfordern?

Man kann nicht alles auf einmal beschaffen, lernen und fertig haben. Also ist es das Suchen nach dem perfekten Kompromiss, bei dem meiner Frau der größte Dank gilt.

Und man braucht manchmal jemanden der für Motivation sorgt, deshalb auch vielen Dank an die Mitglieder des Sonar e.V.. Einige von ihnen hatten

bereits ein U-Boot der Klasse 212A in diesem Maßstab gebaut. Während eines U-Boot-Treffens in Köln klärte sich dann in einem Gespräch, das nach den vier Booten des ersten Bauloses, mindestens zwei weitere folgen sollten. Allerdings seien diese dann noch größer weil im Original verlängert. Viele Internetstunden später hatte ich Informationen, eine Seitenansicht mit der Gegenüberstellung der Änderungen und einen Linien- bzw. Spantenriss. Eines hatte sich weiter verfestigt: die Linienführung der neuen Boote konnte mich immer wieder aufs Neue begeistern! Immer mit dabei das Wissen um die Abmessungen und dem damit verbundenen Gewicht, denn die „normalen“ 212 Modelle wiegen schon „rücken-schonende“ 52 kg. Bei dieser Größe hat sich der Einsatz von Druckluft bewährt. Hat man doch zugleich die Möglichkeit Ausfahrgeräte zu bewegen und dem Original näherzukommen, indem man einen Teil des aufgenommenen Wassers ausblasen kann, um aufzutauchen.

SCHIFFBAULICHE ÄNDERUNGEN DES ZWEITEN BAULOSES DES TYPUS 212A MIT AUSWIRKUNG AUF DAS MODELL

Das zweite Los ist schiffbaulich weitgehend mit dem ersten identisch. Allerdings vergrößert sich die Schiffslänge um 1,2 m auf 57,2 m. Diese Verlängerung erfolgt im Turmbereich zur Aufnahme eines zusätzlichen Ausfahrgeräts für SHF-SATCOM. Ist das Verbringen von Kampfschwimmern beim ersten Los noch über die Torpedorohre vorgesehen, so wird dies beim zweiten Los über eine gesondert eingebaute Kampfschwimmerschleuse erfolgen. Die Wölbung der Turmdecke entfällt, die Ausblickbaugruppen werden geändert. Weiterhin wird das Boot mit dem System CALLISTO ausgerüstet, einer Boje, die zur Oberfläche heraufgelassen die Kommunikation des getauchten Bootes sicherstellt. Durch die Erweiterung der Sonaranlage im Turm wandern die Positionsleuchten ein Stück nach unten. Die Ruderanlage erhält verdrehte Ruder.



ZWEITTES BAULOS IM MASSSTAB 1:32

Die Seitenantenne im unteren Bereich des Rumpfes ist vergrößert worden. Vermutlich werden die Boote mit Composite-Propellern zur weiteren Reduzierung der Geräuschsignatur ausgerüstet, die bereits auf einigen Booten der Deutschen Marine getestet wurden. Beide Originale (U 35 -S185- und U 36 -S186-) sind derzeit noch in Bau und werden voraussichtlich ab 2012/2013 der Deutschen Marine zugeführt. U 35 ist am 15.11.2011 in Kiel getauft worden.

DAS MODELL

Im Dezember 2008 war dann tatsächlich Baubeginn! Da ich mich in den Maßstab der gebauten Boote des ersten Bauloses auf 1:32 einreihen wollte, ergaben sich hieraus die Abmessungen für das Modell.

DIE URMODELLE

Die Urmodelle der Bug- und Hecksektion entstanden in Massivbauweise aus zusammengeleimter Erle. Beide Teile sind in der horizontalen Mitte nur mit

Zentrierdübeln und einer Verschraubung zusammengehalten. Nach dem Anfertigen von Konturschablonen zur Kontrolle der Radien wurden die Holzklötze auf einer professionellen Drechselbank in eine Bugnase und einen Heckkegel verwandelt. Aufgrund der Größe der Bauteile waren diese mit 219 mm Durchmesser die ersten, die ich nicht auf heimischen Maschinen fertigen konnte und für die ich somit auf fremde Hilfe angewiesen war. Durch schleifen, spachteln, schleifen und wiederkehrendem Füllerauftrag wurden die beiden Teile zum Abformen vorbereitet.

Die zwischenzeitlich aus den USA eingetroffenen PVC-Rohre mit passendem, weil zölligem Maß (8" Schedule 40 PVC-Pipe), wurden mit den Drechselteilen zu einem „Urtorso“ zusammengefügt. Hierzu sind die Holzteile einfach mittels Klebepackband an das abgelängte Rohr geklebt worden. Das rechtwinkelige Anzeichnen zum Abschneiden der Rohre geht einfach, wenn man ein großes Blatt Papier so um das

Rohr schlägt, dass die Blattkante sich genau überlagert. Dann Anzeichnen und der Multimaster erledigte den Rest. Ungleich schwieriger waren die Urmodelle des Turmes und das der Ruder. Hier musste sozusagen aus dem Vollen gearbeitet werden und das seitensymmetrisch gleich. Um die Formen kontrollieren zu können, fanden verleimte Multiplexplatten Verwendung. Die Außenkontur wurde zunächst grob auf einer Bandsäge ausgeschnitten. Durch den geschichteten Aufbau ist man in der Lage, die Konturen sehr genau einzuschleifen. Zur Kontrolle wurden auch hier immer wieder vorher hergestellte Konturschablonen angehalten. Das Schleifen des Multiplexmaterials in dieser Größe funktioniert am besten mit einem vernünftigen Bandschleifer, der dann schnell zum besten Freund des U-Bootbastlers wird.

Das noch fehlende Oberdeck habe ich mittels zweier Schablonen und einem heißen Draht aus einer 10 cm dicken Styroporplatte geschnitten. Die beiden Schablonen wurden hierzu einfach mit



▲ Urform des Turms aus verleimten Multiplexplatten



▲ Urform von Bugnase und Heckkegel



▲ Das Ruderblattrmodell aus Mehrschichtplatte

◀ Der komplette Urtorso des Modells

Spanplattenschrauben an die Plattenenden geschraubt. Die Schablonen selbst sind aus 1,5 mm starker Epoxidplatte ausgeschnitten. Um die Oberfläche abformbar fest zu bekommen, ist der Kern vor dem Spachteln und Lackieren zunächst mit Gipsmullbinden aus der Apotheke belegt worden. Die Oberfläche ist nach dieser Behandlung weitestgehend lösungsmittelbeständig und konnte mittels spachteln und schleifen weiter bearbeitet werden.

Die Ruder bestehen aus jeweils zwei Hälften 8-mm-Multiplexplatte, in die zunächst mittels einer Kreissäge eine 5 mm breite und 2,5 mm tiefe Nut eingeschnitten wurde. In diese Nut wird die 5-mm-Ruderwelle eingelegt und beide Hälften verleimt. Nach dem Herausziehen der Welle ergibt sich eine genau mittig befindliche „Bohrung“. Auf das Kopfholz wurde jeweils ein Stück Hartholz aufgeleimt, um die Enden ausrissfrei bearbeiten zu können. Auch hier kann beim Schleifen des Ruderblattes auf die Struktur der Mehrschichtplatten als Hilfe zurückgegriffen werden, um Symmetrie herzustellen.

DER FORMENBAU

Dieser Bauschritt war für mich kein Neuland, hatte ich doch in den vergangenen Jahren einige Rümpfe und Formen gebaut. Eine vierteilige Form war allerdings auch für mich eine Premiere. Die Überlegung dahinter war einfache Faulheit, hatte ich mir doch vorher angesehen, wie die ersten Boote entstanden waren. Hier waren das Oberdeck und der Turm jeweils einzelne Bauteile, welche ausgerichtet zunächst verklebt und dann an der Naht verspachtelt werden mussten. Somit hatte jeder Erbauer die gleichen Arbeiten immer wieder zu machen. In der vierteiligen Form kann das komplette Oberdeck mit Turm in einem Zuge hergestellt werden. Die Wandstärken sind somit dann auch überall kontrollierbar gleich und die nachträgliche Verklebung/Anpassung entfällt.

Der Turm wurde zunächst mittels Trennbrett in der Vertikalachse zweiseitig abgeformt. Alle Urmodelle sind zur letzten Kontrolle hochglänzend lackiert, sowie mit Trennwachs und Folientrennmittel behandelt worden. An

den beiden Form-Enden sowie in der Mittentrennung sind Verschraubungen und Passdübel der Firma R&G eingearbeitet. Nach Ausformen des Turmes konnte die leere zusammengesetzte Form auf dem noch abzuformenden Oberdeck ausgerichtet werden. Die gegen die Turmform laminierten Oberdeckteile wurden somit Formteile drei und vier.

Die ersten Formhälften des Heckkegels und der Bugnase sind nach Trennung der beiden Urmodellhälften auf einer glatten Platte abgeformt worden. Auch hier sind Verschraubungen und Passstifte einlaminiert. Nach Abformen der ersten Seite wurde das Urmodell wieder zusammengesetzt und die zweite Hälfte der Form laminiert.

An allen hergestellten Formen sind mittels Holzplattenresten „Füße“ angebracht worden, die ein späteres Arbeiten in den Formen ermöglichen, ohne dass diese gehalten werden müssen. Der Schichtaufbau ist bei allen Formteilen gleich: Gelcoat, also ein eingedicktes und eingefärbtes Harz (auch als Formenbauharz im Handel), nach



▲ Urmodell in Trennbrett eingebettet, die Lücken zum Trennbrett sind mit Knete verschlossen



▲ Die fertige vierteilige Form



▲ Wenn auch nur probeweise drapiert, sieht es nun schon aus wie ein U-Boot, hinten das Schwesterschiff U 35



▲ Ruderform nach eingießen der zweiten Hälfte

dem Angelieren gefolgt von einer Kupplungsschicht aus Harz und Baumwollflocken mit Glasfaserschnitzeln. Hierauf folgt der Aufbau aus so vielen Lagen Glasfaserplatte, bis die gewünschte Schichtdicke erreicht ist. Mittels eines Pinsels und/oder einer Rolle wird ein möglichst blasenfreies Laminat hergestellt.

Einzig die Formen der Ruder habe ich aus Silikon hergestellt. Das entsprechende Blatt wurde dazu zur Hälfte in Knete eingelegt und mittels Legosteinen umgebaut. In diese Umhausung wurde dann das Formensilikon eingegossen. Ich habe gute Erfahrung mit dem eins zu eins Silikon HT33 von Marronnier.de gemacht. Das Silikon ist transparent durchsichtig und lässt somit eine Kontrolle auf eingeschlossene Luftblasen zu. Ist die erste Hälfte ausgehärtet, wird nach Entfernen der Knete und Trennmittelbehandlung die zweite Hälfte der Form gegossen.

Das Herstellen der Teile haben wir gemeinsam zu dritt durchgeführt. Nach einigen Stunden und vielen Einweghandschuhen später waren die ersehnten

Teile hergestellt, die dann nach einer 24 Stunden dauernden Aushärtepause entformt werden konnten. Die Ruder selbst wurden aus Gießharz (Resin) immer wenn es zeitlich möglich war nebenbei gegossen. In die Ruder sind gleich die als Verdrehschutz abgeflachten 5-mm-Edelstahlwellen mit eingegossen worden. Die Wellenenden auf der Außenseite sind zudem vorher auf 2,5 mm Durchmesser abgedreht worden und enden genau im Blattende. Sie sind dort mit einer 1,5-mm-Bohrung versehen, um die steckbaren Drahtabweiser aufnehmen zu können. Die Bug- und Heckteile wurden mittels Multimaster auf das benötigte Maß abgelängt.

HECKLAGER FÜR DIE ANTRIEBSWELLE

Das Hecklager muss zwei Aufgaben erfüllen: die eigentliche Lagerung der 6-mm-Edelstahlwelle und deren Abdichtung. Ersteres lässt sich mit einem Kugellager, zweites mittels eines Simmeringes erledigen. Lediglich der Anspruch beides für Wartungszwecke

zugänglich zu erhalten erfordert ein zweiteiliges Drehteil. In dem inneren Teil befinden sich zwei Kugellager zur Rumpfseite und ein Simmering zur Propellerseite. Der äußere Teil des Lagers ist mittels eines Rändelrades aufgearbeitet, um besser im Heckkegel verklebt werden zu können.

Nach Montage durch Einkleben mit Uhu Endfest 300 wird das Innenteil eingeschoben und mit zwei in der Trennfuge befindlichen Schrauben gesichert. Die Abdichtung der Konstruktion übernimmt ein O-Ring.



▲ Die Bauteile für das Hecklager des Antriebs



▲ Die Antriebseinheit des Bootes

DER MOTORHALTER

Dieses Teil ist aus einer 3-mm-Aluminiumplatte gefräst. Da in diesem Modell Motorgewicht und Platz eine untergeordnete Rolle spielt, wurde als Antrieb ein 24-V-Dunkermotor ausgewählt, weil ich davon noch einige im Lager habe. Der Halter enthält ein Zahnriemengetriebe sowie die Lager für

▼ Heckkegel mit Anriss und provisorisch eingesteckten Rudern



Zentrierhilfe für den Rudereinsatz



▲ Vor der Verklebung sind die Gewinde gut zu erkennen

die Antriebswelle. Die Zahnriementeile untersetzen mit 1:1,6 und sind bei der Firma Mädlar erhältlich. Stellringe übertragen die Schubkraft auf die inneren Lagerringe und damit reibungsarm auf den Motorspant.

Das zusätzliche Lager auf der Motorrückseite verhindert ein Schwingen der langen Welle. Die komplette Motoreinheit wird mittels M6-Stehbolzen auf den hinteren Verschlussring geschraubt.

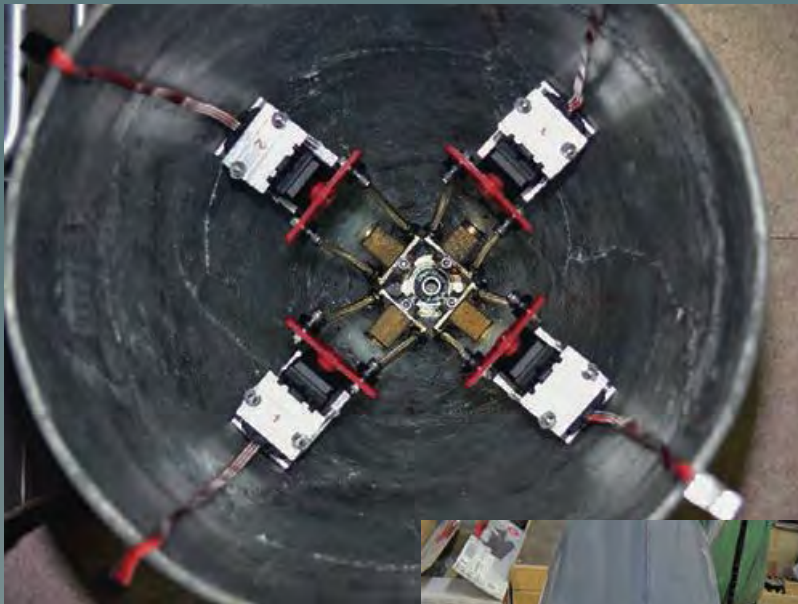
DIE RUDERKOKER

Die Ruderkerker mussten nach Fertigstellung im Heckkegel befestigt werden, leider ist es sehr schwierig, auf den allseitig gebogenen Flächen vernünftig anzuzeichnen. Durch die horizontale Trennung des Urmodells ist am fertigen Kegel die Mitte genau als Naht der Form abgebildet. Somit waren schon einmal zwei gegenüberliegende Linien vorhanden. Mittels eines Zirkels habe ich von diesen beiden Linien aus die jeweilige Hälfte markiert und erhielt so zu der horizontalen Trennlinie auch eine vertikale Teilungslinie. Durch die Verwendung von X-Rudern war es notwendig, die nun vorhandenen vier Flächen noch einmal mittels des Zirkels zu teilen. Auf diesen Linien konnte ich nun die genaue Lage anreißen und die Bohrungen für die Koker festlegen. Das Totholz, also der feststehende Teil der Ruder direkt auf dem Heckkegel, hält auch die Ruderkerker und muss deshalb einige Kräfte aufnehmen können. Die Tothölzer erhielten neben den Kokern noch ein Gewinde zur Aufnahme einer Gewindestange, um eine größere Klebefläche zu erhalten.

Um die Ruder genau ausrichten zu können, habe ich ein Drehteil benutzt, in das auf einem Teilapparat 90 Grad versetzte Bohrungen eingebracht sind. Mit dieser Hilfe konnten die Bauteile ausgerichtet und mittels Endfest 300 eingearbeitet werden.

Die zur Anlenkung der Ruder notwendigen Hebel wurden aus einer 2-mm-Messingplatte ausgeschnitten und darauf ein Stellring hart verlötet. M2-Gewinde nehmen die Inbusschrauben für die Befestigung der Kugelhöpfe auf. Die Anlenkstangen selbst bestehen aus 4-mm-Messingrohr mit eingelöteten M3-Gewindestücken, auf die jeweils Kugelhöpfe aufgeschraubt werden konnten. Die Gestänge wurden nach dem Einstellen auf eine einheitliche Länge mit den Anlenkhebeln und den Servos verschraubt und bilden somit eine zum Einbau fertige Einheit. Obwohl einzeln schon großzügig dimensioniert, müssen die Gestänge nur Zugkräfte aufnehmen. Bei einseitiger Anlenkung müsste durch die großen Ruderkräfte bedingt ein mögliches Ausknicken der Schubstange bedacht werden. Damit die Lageregelung vernünftig arbeitet, muss die gesamte Anlenkung möglichst spielfrei sein.

Als Halter fanden Aluminiumwinkel Verwendung, die im Rumpf eingearbeitet wurden. Zur genauen Positionierung habe ich die fertige Einheit ausgerichtet und mit einem Klecks 2K-Spachtel fixiert. Somit wurde durch die vorher eingestellte Länge und die Montage des Stellringes auf der Ruderachse der genaue Montageort festgelegt. Nach Ausbau der Servos konnten die Halterungen eingearbeitet werden.



▲ Ganz schön eng ...



▲ Das modifizierte Magnetventil



▲ Die später fertiggestellte Verkabelung im Ausfahrgerätekasten zum Verbinden der beiden Technikeinschübe



▲ Tank vor dem Verkleben im Druckkörper, in der Mitte eine der beiden Zentralverschraubungen mit denen das Boot geschlossen wird. Das Drehteil nimmt ein Kugellager auf, in dem die Schraube gehalten wird



◀ Technikgerüst, in der Mitte ist der Tank mit dem Kasten zur Aufnahme der Ausfahrgeräte

DIE VERSCHLUSSRINGE

Diese Teile sprengten mit 219 mm Außendurchmesser die Möglichkeiten meiner Drehmaschine. Ich fand eine Firma die Hydraulikzylinder überholt. Die dort eingesetzte Maschine konnte zudem das 8 mm starke PVC-Druckkörperrohr im Futter aufnehmen. Der Juniorchef erklärte sich bereit, die Verschlussringe nebst zugehörigem innen ausgedrehtem Absatz im Druckkörperrohr herzustellen. So gingen beiden Rohre und mein mitgebrachtes Aluminiummaterial erst einmal in seinen Besitz über.

Der innen eingedrehte Absatz hat gleich zwei Vorteile: zum einen ist das Rohr nun von innen genau rund, zum anderen wird die Dichtfläche beim

Öffnen des Bootes nicht so leicht beim Herausziehen des Technikgerüsts beschädigt.

Nach einer gefühlten Ewigkeit erhielt ich den ersehnten Anruf mit der Fertigstellungsanzeige. Gegen eine angemessene Spende in die Kaffeekasse konnte ich zwei Druckrohre mit exakt passenden Dichtringen mitsamt den zugehörigen O-Ringen in Empfang nehmen.

DAS INNENLEBEN BZW. DAS TECHNIKERÜST

Wenn Ausfahrgeräte funktionstüchtig gebaut werden sollen und diese in den Rumpf hineinragen, bietet sich eine Variante mit zwei Einschüben an. Im Prinzip wird unter dem Turm ein

Rohrabschnitt abgeschottet. Zwischen diesen Rundspanten befindet sich ein Kasten, der nur nach oben eine Öffnung hat.

Der ansonsten schwer nutzbare Raum neben den Ausfahrgeräten wird mithilfe des Kastens, den Rundspanten und der Innenseite des Druckkörperrohres zu einem Tauchtank. Somit erstrecken sich die Einschübe einmal vom Bug bis zum Tank und dann hinter diesem bis zum Heck. Damit hat das Boot zwei radiale Öffnungen und einen Verschlussdeckel für den Kasten im Tank, der die Ausfahrgeräte aufnimmt.

Nicht übernommen habe ich die oft durchgeführte Abdichtung mit Sikaflex und die Verlegung der damit ummantelten Versorgungsleitungen durch



▲ Die in das Oberdeck eingebauten Spanten



▲ Unterkonstruktion zur Montage der FSA



▲ Kielquerschnitt an der Trennstelle nach Harzverguss



▲ Pollerbank und vordere Einstiegs Luke, unter der sich eine der beiden Befestigungsschrauben des Oberdecks befindet

den Tauchtank. Zum Einsatz kommen hierfür stattdessen Sub-D-Stecker mit Mischbestückung.

Über diese Kontakte werden alle Leitungen durch den trockenen Kasten geführt. Dieser besteht wie auch die Spanten des Technikgerüsts aus PVC-Platten und ist zunächst mit Tangit von Henkel verklebt und zusätzlich verschraubt worden. Tests hatten ergeben, dass das Sikaflex mit PVC keine Verbindung eingeht, sondern lediglich darauf haftet. Nach Aushärten der Klebenadt sind alle Fugen von außen mittels eines Zylinderfräasers mit einer V-Nut versehen worden. In dieser ist der Kasten mittels Heißluftpistole und Schweißschuh mit PVC-Draht bei 300°C verschweißt worden.

Nach dem Ausschneiden der Spanten aus PVC konnten diese mit M6-Edelstahlgewindestangen und Abstandsröhren aus Aluminium zu den beiden Technikeinschüben aufgefädelt werden. Montiert an den Dichtringen des

Druckkörpers konnte nun die genaue Lage des Tanks im Druckrohr bestimmt werden.

Um den Tank einbauen zu können, müssen die Magnetventile zum Entlüften des Tanks montiert sein. Sind diese geöffnet, kann später durch den mittels Bohrungen unten offenen Tank Wasser einströmen und den Tank somit fluten. Die Ventile habe ich auf einer Messe bei der Firma Hoefeler für 5 € das Stück gekauft und entsprechend modifiziert. Eine Seite wird später mittels einer eingeklebten Schraube außenbords verschlossen, ein rechtwinkliger Eingang für die Abluft aus dem Tank eingeklebt. Beim Einbau des Tanks habe ich die Kreisspanten als letzte Klebestelle nach Tests nun mit Weicon Aquaflex abgedichtet. Die mit einem speziellen Primer für PVC vorbehandelten Flächen lassen sich damit wirklich verkleben und nicht nur dichten. Leider gibt es nur einen Versuch, wenn der Tank undicht wird, ist das nur noch sehr schwer

reparierbar. Die 4-mm-Bohrungen, in die der Kleber eingespritzt wurde, um die Rundspanten im Druckkörper einzukleben, wurden mittels PVC-Draht zugeschweißt.

Über den Ausblasstutzen wurde der noch geschlossene Tank mit einem Bar Druckluft abgedrückt, und damit die Dichtigkeit geprüft. Alle Teile sind für eine Wassertiefe von mindestens 10 m berechnet, damit auch in unserem Vereinsgewässer im Fall eines Falles nichts kaputt geht. Gerade die Rohrwandung des Druckkörpers verdient Beachtung, Norbert Brüggemann hat in seinem Buch „Technik der U-Boot-Modelle“ (Modellwerft-Fachbuch) die Grundlagen der Berechnungen gut ausgeführt.

DAS BOOT WÄCHST

Die beiden vorbereiteten GFK-Teile für den Bug und den Heckkegel wurden nach Ausrichten mittels eingedickten Harzes auf die Verschlussringe geklebt. Hierzu wurden die Klebeflächen der

Ringe mit einer groben Raspel aufgeraut und rundherum mit kleinen Sägeschnitten vorbereitet, um eine kraftschlüssige Verbindung herzustellen.

Das Oberdeck ist an den späteren Öffnungsstellen und dazwischen mit Spannten verstärkt, um ein Verformen zu vermeiden und ein Hin- und Herschwappen des Wassers unter dem Oberdeck bei aufgetauchter Fahrt zu verhindern. Die Spannten haben im oberen Bereich unter der GFK-Hülle Unterbrechungen, damit Luft beim Tauchvorgang entweichen kann.

Auf dem „Urtorso“ habe ich das vorbeschnittene Oberdeck mittels Klebeband an einigen Stellen fixiert. Die Kontur des Rohres wurde mittels langer Schleifpapierstücke, die ich unter dem Oberdeck hin- und hergezogen habe, eingeschliffen. Mit diesem Verfahren konnte die Rundung gut auf das GFK-Teil übertragen werden.

Das Oberdeck konnte danach an den Trennfugen der Öffnungen geschnitten, und auf die Bug- und Hecksektion geklebt werden.

DIE FLÄCHENHAFT SEITENANTENNE (FSA)

Die sogenannte FSA befindet sich im unteren Bereich des Rumpfes und wirkt auf den ersten Blick wie eine Schlingerleiste. War die Antenne beim ersten Baulos eher von dreieckiger Form im Querschnitt ist diese beim zweiten vergrößert worden. Um die FSA am Rumpf zu befestigen, habe ich aus Resten von 8-mm-PVC-Platten Streifen geschnitten. Diese sind nach dem Primern hochkant stehend mit Tangit auf das Druckkörperrohr geklebt worden. Nach Aushärten der Verklebung habe ich die Streifen noch zusätzlich heiß verschweißt und danach in regelmäßigen Abständen mit 8-mm-Bohrungen versehen.

Die FSA selbst ist ebenfalls als GFK-Teil in einer Form hergestellt worden. Nach dem Anheften mit 2K-Spachtel, ist die Fuge zum Druckkörperrohr sorgfältig mit Spachtel abdichtet worden, um die Leiste im Anschluss daran mit Harz auszugießen. Das in die 8-mm-Bohrungen einlaufende Harz stellt nach dem Aushärten einen formschlüssigen Verbund her. Die Leisten werden vermutlich gerne beim Bewegen des Bootes angefasst und sollten dabei dann nicht abreißen.

DER KIEL

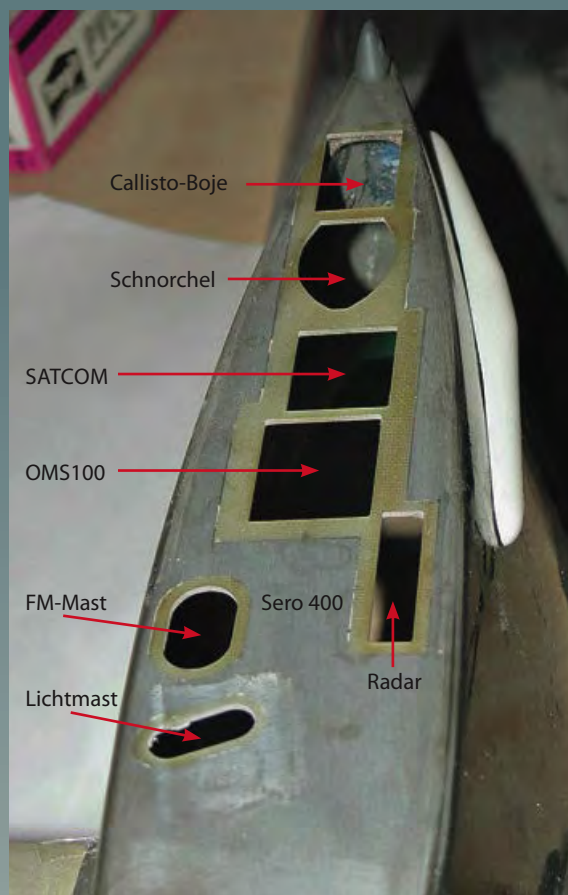
Er hat auch wieder mehrere Aufgaben zu übernehmen. Zum einen muss er in der Lage sein das Bootsgewicht zu tragen und deshalb bei ca. 56 kg entsprechend stabil sein, zum anderen soll er einen Teil des Trimmbleis aufnehmen. Der Kiel selbst ist ein Zinkblechstreifen, welcher auf einer Kantbank gemäß der gewünschten Form abgewinkelt wurde. Der ursprünglich angedachte direkte Bleiverguss ist nach einem Test an einem Probestück verworfen worden. Das heiße Blei hat das Blech schlicht aufgeschmolzen. Also habe ich in einer mittels Wasserbad gekühlten Form Barren gegossen, die dann hintereinander mittels 2K-Spachtel in das Kielblech eingeklebt wurden.

Auf diese Weise konnten rund 1,8 kg Blei am tiefsten Punkt des Bootes untergebracht werden. Im Bereich des Tauchtanks ist der Kiel direkt in das Druckkörperrohr verschraubt worden. Um das Rohr in den Bereichen der Technikeinschübe nicht zu durchbohren, wurde an den Stellen, an denen die Edelstahlschrauben eingebracht werden sollten, PVC-Stücke aufgeschweißt. Die Schrauben sind im Kiel versenkt und verspachtelt worden. Ebenso wurde der Übergang zum Rohr verspachtelt, um aufrechtstehend die noch verbliebenen Hohlräume mit Harz auszugießen.

Im Anschluss der Montage wurde der Tauchtank mit zwölf Bohrungen á 10 mm durch den Kiel zum Wasser hin geöffnet. Der Kielteil unter dem Heckkegel bis zur Trennfuge besteht aus einem GFK-Teil und ist mittels Uhu Endfest 300 verklebt.

DETAILS UND FARBGEBUNG

Diese werden mit der Zeit ergänzt, sobald das Boot technisch eingespielt ist und genügend Bildmaterial von den

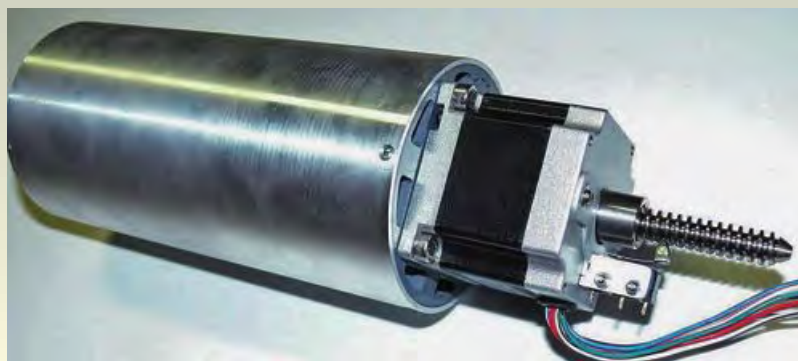


Originalen vorliegt. Einige Klappen und Öffnungen sind aus 1,5-mm-Platinenmaterial gefräst und bereits an entsprechender Stelle eingelassen.

▲ Turmdecke mit den Ausschnitten für die Ausfahrgeräte

KOLBENTANKS

Das Boot erhält zwei Kolbentanks mit ca. 700 ml Volumen zum Tarieren. Das Tarieren, also das in die Schwebe bringen des Bootes, funktioniert nicht allein mit dem Haupttank in der Mitte. In der Schwebe wäre der Tank teilgefüllt und hätte hierdurch ein komprimierbares Luftpolster. Sinkt das Boot ab, wird durch die Öffnungen nach außenbords in Verbindung mit dem steigenden Wasserdruck weiteres Wasser eindringen. Somit verliert das Boot noch mehr Auftrieb und sinkt weiter. Selbst wenn der Tank nach dem Fluten wasserseitig mittels Ventil vom Außendruck abgeschlossen würde, könnte das



◀ Tauchtank mit neuer Ansteuerung



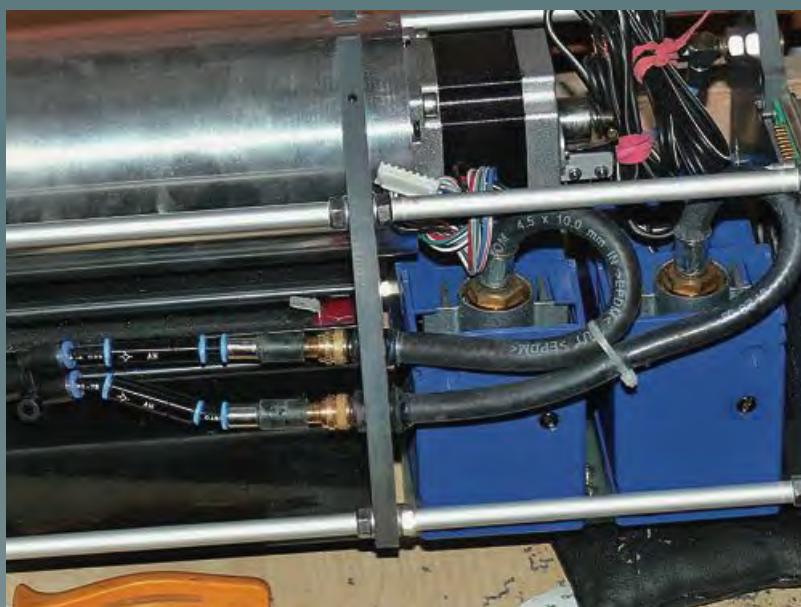
- ▲ Die Kompressoren im Technikgerüst
- Die Verschlauchung der beiden Kompressoren

Wasser im Tank immer noch durch hin- und herschwenken Lastigkeitsänderungen erzeugen. Deshalb sind zusätzlich Trimm tanks notwendig, die ein genaues Tarieren in Verbindung mit dem komplett gefluteten Haupttank ermöglichen. Die Kolben können über einen Schrittmotor millimetergenau positioniert werden. Der Motor verbindet in einem Bauteil Getriebe, Spindellagerung und Positionierung. Mechanisch ist diese Art des Tankbaues einfacher als die Standardlösung, erfordert allerdings eine andere Ansteuerung. Beschrieben ist dieses bereits im *MODELLWERFT U-Boot Spezial 1/2010*. Die Kolben bestehen aus einer PVC-Scheibe in die eine Nut eingestochen wurde. In diese kommt ein NKP-Dichtring, der die Abdichtung bei geringer Reibung im Rohr gewährleistet. Die Trapezgewindespindel ist am Ende abgedreht und mit einem metrischen Gewinde versehen worden (M8). Hierdurch ist die Verwendung eines Gewindeschneiders im Kolben möglich. Die Spindel wurde mittels UHU Endfest 300 eingeklebt. Die Ansaugöffnungen liegen verdeckt hinter eingesetzten GFK-Gittern, die auch im Original vorhanden sind.

DIE DRUCKLUFTANLAGE

Diese besteht aus den Komponenten: Kompressoren, Speicher, Ventilen und Verbrauchern.

Der Speicher besteht aus einem Edelstahlrohr mit aufgeschweißten Platten und bevorratet die Druckluft, die durch die Kompressoren an der Oberfläche erzeugt wurde. Damit steht die Energie unter Wasser zur Verfügung. Auf den Speicher sind gleich zwei Mut-



tern mit entsprechendem Gewinde aufgeschweißt worden, um eine Einschraubmöglichkeit für die Anschlüsse zu schaffen. Außen sind zudem noch zwei kleine Halbleche angebracht, die eine Befestigung im Boot durch Verschrauben ermöglichen. Den fertigen Tank habe ich mit Wasser gefüllt und dann mittels einer Handpumpe aus dem Mountainbike-Bereich auf 16 bar abgedrückt. Dieser Prüfdruck entspricht dem doppelten Betriebsdruck. Durch die Wasserfüllung kann selbst beim Platzen des Drucklufttanks nicht viel passieren, bei Luft sollte niemand danebenstehen! Die verwendeten Drücke sind nicht zu unterschätzen – kann auch sonst improvisiert werden, hier sprechen wir über mögliche Personenschäden die zu vermeiden ein sorgfältiges Arbeiten verlangen!

Die Kompressoren der Marke Ventrex habe ich in einem Pannenset einer Autofirma mit vier Ringen gefunden. Das Gehäuse beinhaltet hinter einem Klappdeckel ein Staufach zur Unterbringung der Anschlussleitungen. Durch Abtrennen dieses Faches wird der Kompressor klein genug um seinen Platz im Boot zu finden. Die Luftkühlung bleibt durch das restliche Gehäuse erhalten und sorgt für eine deutlich verlängerte Lebenserwartung. Aufgestellt auf Gummischwingern werden die Vibrationen vom Technikgerüst ferngehalten.

Die originalen Anschluss-Schläuche bleiben in verkürzter Form erhalten. Vorteil: durch das genormte Ventilgewinde kann zu Testzwecken eine beliebige Autopumpe zum Füllen des Speichers benutzt werden, der Austausch gegen einen anderen Bordkompressor

ist durch diese Schraubverbindung binnen Minuten erledigt. Ventilgewinde findet man am einfachsten an Ventilen, also beim Reifenhändler Ventile gekauft, abgelängt, und auf der freien Seite mit einem M5-Innengewinde versehen. In dieses wird ein Anschlussnippel für die Verschlauchung geschraubt und bildet so die Schnittstelle zur Druckluftanlage.

Ein einzelner Kompressor kann sogar ausgebaut werden, weil dann das Ventil den restlichen Teil der Anlage abschließt. Auch die vorhandenen Schalter bleiben, wo sie sind. Vielleicht brauche ich mal die Möglichkeit einen der beiden Kompressoren auszuschalten, ohne Kabel zu lösen und muss so kein Schalterloch zukleben.

DIE LUFT-VERBRAUCHER

Diese bestehen aus selbstgebauten Pneumatikzylindern wie von Markus van Beek im *U-Boot-Spezial 1/2010* bereits beschrieben. Der Vorteil der Selbstbauzylinder liegt in der maßgenauen Anfertigung und im vergleichsweise günstigen Preis gegenüber fertigen Kaufzylindern.

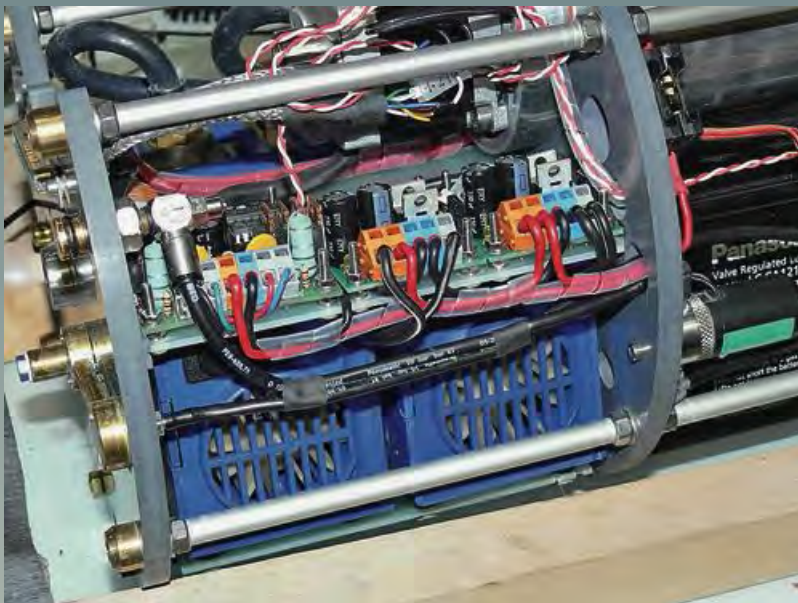
Um die einzelnen Funktionen anzusteuern, werden Ventile benötigt. Die einzelnen Mikroventile des Typs Festo MZH 3-1,5LED werden zentral durch eine Montageinsel mit Druckluft versorgt. Die Ventile sind stromlos so angeschlossen, dass die Ausfahrgeräte eingefahren sind. Wird eine Spannung von 24 V angelegt, fährt das Gerät aus. Die Geschwindigkeit wird mit nachgeschalteten Drosselventilen eingestellt. Ein Anhalten der Geräte in einer Zwischenstellung ist folglich nicht möglich. Die Zylinder selbst sind



▲ Der Schnorchel



▲ Schorchelbetätigung mittels Servo



▲ Rechts die beiden USW, links daneben die Kolbentankendstufe

in der Verschlussplatte des Ausfahrgerätekastens eingeklebt und werden beim Öffnen des Bootes mit dieser entnommen. Der Anschlusschlauch für die Druckluftversorgung wird mittels einer Kupplung aus dem Zubehör von Airbrushpistolen getrennt. Die elektrischen Steuerleitungen können an einem Sub-D-Stecker getrennt werden. Eine Besonderheit von Druckluftbooten ist die funktionsfähige Ausbildung des Schnorchels. Ebenso wie das Original saugen die Kompressoren ihre Luft über den geöffneten Schnorchel ins Innere des Bootes.

Eine Überwachung des Schnorchelkopfes auf Wasser ist eine Lebensversicherung. Dieses wird mittels eines Wassermelders gemacht, der bei Kontakt mit Wasser sofort den Kopf schließt und die Kompressoren abschaltet. Der Kopf selber wird in meinem Boot mittels eines Servos betätigt. Über die Vor- und Nachteile kann man sich streiten, so

kann gegenüber der Alternative mittels eines Mikroluftzylinders der Kopf originalgetreu gebaut werden und ein zusätzliches Magnetventil mitsamt eigenem Vorratsbehälter entfällt. Dieser ist notwendig, damit bei Erstbefüllung bei leerem Haupttank der Zylinder überhaupt öffnen kann.

Neben den Ausfahrgeräten gibt es noch einen weiteren Hauptluftverbraucher: das Anblasventil. Dieses hat die Aufgabe den gefluteten Haupttank ganz wie beim Original auszublasen. Durch die einströmende Luft wird das Wasser durch die unten liegenden Einlauföffnungen gedrückt. Die Flutventile sind dann natürlich wieder geschlossen.

DIE ELEKTRISCHE AUSRÜSTUNG

Montiert sind der Fahrtregler, Empfänger, BEC und ein Funkfernswitcher FS20 SM4 von ELV zum ein- und ausschalten. Dieser funktioniert mit

868 Mhz und bietet eine echte Alternative zu den herkömmlichen Magnetschaltern, da sich das Boot auch aus der Ferne mittels eines kleinen Schlüsselanhängers schalten lässt. Das ist immer dann interessant, wenn das Grill-Würstchen fertig ist und man keine Lust hat das Boot aus dem Wasser zu holen.

Die komplette Ruderanlage wird über das U-Control von modellbau-elektronik.de angesteuert. Dieses beherrscht neben dem obligatorischen X-Mischer auch so nette Funktionen wie Drall- und Zweiaxslageregelung und die Möglichkeit auf statische Tiefen-, Lageregelung und Kompasssteuerung auszubauen.

Für die Akkus gibt es in drei Sektionen Platz. Die benötigte Energie bekommt das Boot aus drei in Reihe geschalteten 12 V Panasonic LC-CA Bleiakkus mit jeweils 15 Ah. Dieser Akkutyp ist zyklun- und hochstromfest. Die Reihenschaltung führt zu einer ungewöhnlichen Betriebsspannung von 36 V. Aus dieser werden alle Verbraucher versorgt und damit die Akkus gleichmäßig entladen. Alternativ wären auch drei Mal zwei Akkus mit 12 V/7 Ah möglich gewesen. Der Schwerpunkt liegt aber bei Verwendung von nur drei Akkus deutlich tiefer. Zwei nebeneinanderstehende Akkus sind breiter als der Einzelne und müssen auf den Kreisquerschnitt bezogen höher eingebaut werden. Die Leistungsausbeute bei sechs Akkus á 7 Ah ergibt mit einem Wert von 504 Wattstunden und ist damit geringer als drei Akkus mit 540 Wattstunden. Nicht unerwähnt sollte bleiben, dass auf der 36-V-Seite die Kabelquerschnitte dezenter ausfallen können, da ja der Strom bei steigender Spannung sinkt.

Die Spannung für den Fahrmotor wird im einstellbaren Fahrtregler auf 24 V limitiert. 24 V für die Magnetventile wird mittels eines DC/DC-Spannungswandler erzeugt. Für die Kompressoren wird die Versorgungsspannung in einem einstellbaren Spannungsschalter „USW“ bereitgestellt. Dieser vereinigt sowohl das relaisfreie Ein- und Ausschalten sowie die Spannungsreduzierung in einer Elektronik, da hier pro Kompressor mit 10-15 A Schaltleistung gerechnet werden muss.

Es sind keine Spannungsabgriffe notwendig um die einzelnen Komponenten zu versorgen, beim Laden muss man sich nur um einen Akkublock kümmern.

Alle Verbraucher sind mit Kfz-Flachsicherungen abgesichert. Hier sollte man darauf achten, dass sicherheitsrelevante Schaltungen nicht mit sonstigen kombiniert werden. Löst eine Sicherung aus, bleibt der Rest des Bootes funktionsfähig. Also nicht eine Hauptsicherung für alles, sondern mehrere

re vorsehen! Sicherungshalter gibt es fertig im Kfz-Zubehör (Conrad). Die Sicherungen selbst kosten wenige Cent, können aber erhebliche Schäden vermeiden.

FAHRBETRIEB

Das Boot war bei den ersten Testfahrten dicht und damit der eigentliche Rohbau funktionstüchtig abgeschlossen. Nach den Einstellarbeiten an der Lageregelung ist das Boot bei geflutetem Haupttank bereits in der Lage dynamisch zu tauchen. Das Boot fährt wie an der Schnur gezogen, erstaunlich ist der kleine Wenderadius im getauchten Zustand. Auch die Geschwindigkeitszunahme unter Wasser gegenüber der Überwasserfahrt macht süchtig nach mehr. Es ist wirklich überraschend; wie agil sich dieses 56-kg-U-Boot im Wasser verhält, ist das Manövrieren an Land doch eher „schwer“-fällig. Der Fahrspaß entschädigt auf jeden Fall die vorhergehende Verladung des Modells.

ZUM GUTEN SCHLUSS

Die Druckluftanlage mit Ausnahme der eigentlichen Ausfahrgeräte ist fertiggestellt. Diese sollen, wenn die Planungsarbeiten am Rechner abgeschlossen sind, als 3D-Druck gefertigt

werden, um alle Details darzustellen. Überhaupt ist bei einem solchen Projekt viel Planungsarbeit am Computer einzuplanen.

Die restliche Elektronik zur statischen Tiefensteuerung wird gerade eingestellt und getestet. Deren Fertigstellung und die Restdetaillierung stehen noch auf dem Stundenplan. Wenn diese Arbeiten abgeschlossen sind, können alle acht Ausfahrgeräte pneumatisch bewegt werden. Weiterhin ist das Boot dann in der Lage eine am Sender voreingestellte Tiefe anzusteuern und zu halten. Eine ständige Überwachung der Sendersignale und aller wichtigen Komponenten sorgt zudem dafür, dass der Eigner (hoffentlich) nicht nur mit dem Sender alleine nach Hause fahren muss. Gut das sich überhaupt noch Leute finden die diese elektronischen Helfer entwickeln. Ist es doch, wenn man den Aufwand bedenkt, ein undankbares Geschäft einer Modellbaulandschaft, in der alles „Ready-to-Run“ zu sein scheint. Deshalb an dieser Stelle ein großes Dankeschön. Die kompletten Details zu beschreiben ist im Rahmen eines Bauberichtes gar nicht möglich, sollten hierzu Fragen auftreten beantworte ich diese gerne! Die Kontaktaufnahme ist über die Redaktion möglich.



◀ CAD-Planung eines Ausfahrgerätes

▼ Grundiert auf Werfterprobungsfahrt – bis hierhin sind schon gut drei Jahre vergangen ...



Für alle Fälle ...

www.vth.de

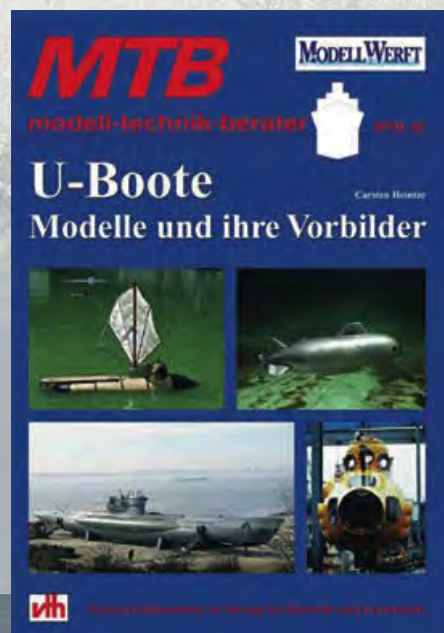
ob unter Wasser ...



U-Boot Spezial1/2010

Die Faszination der Tiefe der Meere ist ungebrochen. Genauso, wie das Interesse für die Fahrzeuge, die bis in diese Tiefen der Ozeane vordringen können – egal, ob mit militärischem oder zivilem Hintergrund. Das MODELLWERFT-Spezial U-Boote wendet sich an alle, die sich von dieser Faszination einfangen lassen. Berichte über Eigenbauten, Bausätze und deren Umbauten, spezielle Baupraxis für U-Boot-Modelle – alles das findet der Leser im neuen MODELLWERFT-Spezial U-Boote 2010.

Best.-Nr.: 620 1128 • Preis: 9,90 €



Carsten Heintze U-Boote

Carsten Heintze hat in diesem Buch eine umfassende Sammlung an U-Booten zusammengetragen. Aus allen Epochen der Tauchfahrt werden Modelle und die dazugehörigen Originale vorgestellt

Umfang: 144 Seiten
Best.-Nr. 312 0036
Preis: 19,00 €

oder über Wasser ...



Siegfried Frohn

Fernsteuerungen im Schiffmodellbau für Ein- und Umsteiger

Der Markt an Fernsteuerungen ist nur schwer überschaubar. Dieses Buch gibt Ihnen die Informationen an die Hand, die Sie als Schiffmodellbauer benötigen, um eine für Sie geeignete Anlage auszusuchen. Mit diesem Buch erhalten Neulinge im Bereich der Fernsteuerungstechnik, aber auch Fortgeschrittene, die auf einen neuen Anlagentyp umsteigen möchte, einen umfassenden Ratgeber.

Umfang: 128 Seiten
Best.-Nr.: 310 2205 • Preis: 19,80 €



Jürgen Eichardt

Rumpfbaupraxis

Der Rumpf ist das größte Bauteil eines Schiffmodells – kein Wunder also, dass man ihm genügend Aufmerksamkeit widmen sollte. Mit diesem Buch bekommen Sie umfassendes Wissen für den Bau auch Ihres Modellrumpfes an die Hand – als perfekte Basis für ein gelungenes Modell.

Umfang: 128 Seiten
Best.-Nr.: 312 0028 • Preis: 14,30 €



Gerhard O.W. Fischer

Der Einstieg in den RC-Schiffmodellbau

Gerhard O. W. Fischer zeigt Ihnen, wie Sie ohne große Probleme zu Ihrem Wunschmodell kommen. Anhand von Baukastenmodellen vermittelt er Ihnen die wichtigsten Arbeitsweisen.

Umfang: 168 Seiten
Best.-Nr.: 310 2210 • Preis: 19,80 €

AUF DER SUCHE NACH INFORMATIONEN ZUM BAU MEINER U 36 BIN ICH AUF DEN FINAL REPORT DES 25TH ITTC PROPULSION COMMITTEE (2005-2008) GESTOSSEN, IN DEM NEBEN VIELEN FÜR MICH NEUEN ERKENNTNISSEN, AUCH EIN BILD DES NEUEN VON DER BUNDESMARINE IN ERPROBUNG BEFINDLICHEN PROPELLERS AUS COMPOSITE-MATERIAL ZU FINDEN WAR.



COMPOSITE-PROPELLER

EIN ABSOLUT VORBILDGETREUER PROPELLER

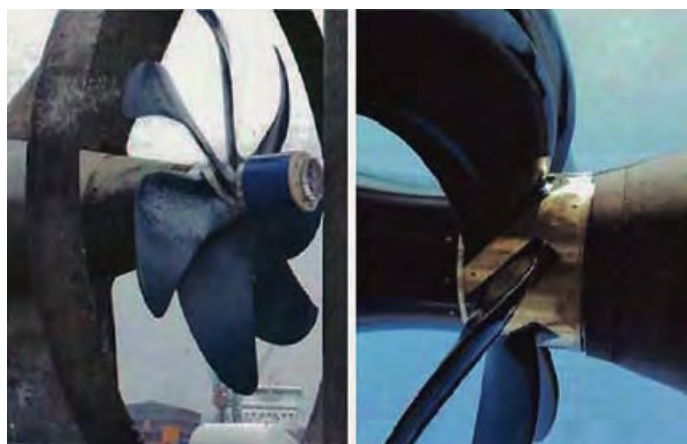
Propeller stellen den unmittelbaren Kraftschluss zwischen Antriebsmaschine und dem umgebenden Wasser her. Mit möglichst hoher Effizienz sollen die erzeugten Drehbewegungen in Vortrieb umgewandelt werden. Somit stellt der Propeller eine große Stellgröße auf den Wirkungsgrad des Antriebes dar. Hierbei gilt es, mit einer ausgefeilten Blattform und Anstellung mit möglichst wenig Energieaufwand den maximalen Vortrieb zu gewährleisten. Zahlreiche physikalische Probleme (Kavitation, Radmoment etc.) werden durch rein mechanische (Reparatur, Fertigung etc.) überlagert. Dass diese Aufgabe be-

reits Generationen an Entwicklern beschäftigt und offensichtlich auch noch nicht abgeschlossen ist, lässt sich an immer wieder neuen Antriebskonzepten erkennen. So auch bei den Prototypen für die U-Boote der Bundesmarine, wobei hier sicherlich ein Hauptaugenmerk auf die akustische Signatur gelegt wird. Die Propeller sind über zwei Jahre an einem 206er in der gleichen Bauform wie der Metallpropeller über 20.000 Seemeilen ohne Schäden oder Fehlfunktionen getestet worden. Ausgerüstete Boote waren hierbei U19 und U26. Im Januar 2006 begann die Testreihe mit einem weitaus größeren Propeller an einem Boot des Typs 212A. Nach

dem Artikel will HDW die Serienreife für zukünftige U-Bootgenerationen erreichen um eine drastische (weitere) Geräuschreduzierung anzubieten.

FERTIGUNG IM MODELL?

Nach ersten Überlegungen einen Propeller zu kaufen oder selbst aus Messing zu bauen, reifte nach Betrachtung des Bildes die Idee den Propeller aus GFK selbst herzustellen. Klar sieht ein auf Hochglanz polierter Messing-Propeller schön(er?) aus, der neue glänzt allerdings auch, ist aber dafür mit blauen Blättern bestückt. Geschmackssache aber vorbildgetreu! Auch auf die Gefahr hin, dass die Deutsche Marine



Compostite-Props an U-Booten im Original (Quelle: Final Report des 25th ITTC Propulsion Committee)



Die Fräse kann wohl auch größere Teile fertigen ...



700 Umdrehungen und vorsichtig einfahren



Propellerschaft mit eingearbeiteter Nut



Von links: rohes
Messingblatt, Ur-
Blatt, GFK-Blatt,
Resinform (oben)

stochen. Im Anschluss daran habe ich dann per Hand die Nut für den 3-mm-Nutstein in die 6-mm-Bohrung gefeilt.

URMODELL

Der Vorteil eines solchen „Plasteprop“ ist natürlich im Gegensatz zu einem herkömmlichen aus Messing der, dass lediglich ein Blatt hergestellt werden muss. Da ich ursprünglich vorhatte diesen aus Messing zu machen, hatte ich bereits sieben fertig aus meiner Fräse gefallene Messing-Blätter vor mir liegen.

Ein ausgeschnittenes Blatt aus 5-mm-Messingmaterial wurde dann mittels vieler Stunden Feilarbeit in die auf dem

die Propeller wechselt wie die Jahreszeiten und ich einen falschen bauen würde, wollte ich wissen, ob solch ein Propeller herstellbar ist. Im Original werden die Blätter in eine spiralförmig laufende T-Nut eingeschoben. Somit kann das Blatt im Reparaturfall einzeln ausgewechselt werden. Im Modell würde das eine Arbeit für eine 4-Achs Fräse bedeuten, wobei noch zu klären wäre, wo denn der kleine Fräser herkommen soll.

DIE NABE

Als Erstes hatte ich mir Gedanken über die Nabe der Schraube gemacht, die sich allerdings nicht wesentlich von denen einer Messingschraube unterscheidet. Hier sollte das von Markus van Beek entwickelte System mit Nutstein und der damit verbundenen Einstellmöglichkeit des Spaltes zwischen Rumpf und Nabe zur Anwendung kommen. Durch den Nutstein wird

die Schraube kraftschlüssig mitgedreht, lässt sich aber in Längsrichtung auf der Welle verschieben. Durch das in dem zweiten hinteren Teil der Nabe untergebrachte Gewinde und den um 90 Grad versetzten vier Gewindebohrungen lässt sich der Spalt in 0,25-mm-Schritten einstellen, und die Schraube sichern. Die eigentliche Nabe ist ein einfaches Drehteil mit einer geriebenen 6-mm-Bohrung. Die Form entspricht einem kleinen Kegelstumpf. In diesen mussten nun sieben gleiche Nuten zur Aufnahme der einzelnen Blätter über den Durchmesser eingebracht werden. Nach einigen Hilferufen hatte ich dann die Möglichkeit über einen Bekannten an einer Fräse mit entsprechendem Teilkopf und 5-mm-Nutfräser zu arbeiten.

In abenteuerlichen Winkeln von 51,43 Grad wurden die sieben Nuten sozusagen sichelförmig gemäß des Außendurchmessers des Fräasers einge-



Ausfräsen der Messing-Blätter

Fertiger Propeller



Vorlagefoto ersichtliche Form gebracht und entsprechend profiliert. Nach Einspannen in einem stabilen Schraubstock und beherztem Verschränken mittels Rohrumpenzange und Holzmulagen konnte das Blatt zum Finish überschleifen und poliert werden. Vorab musste ich diese Arbeit im Übrigen dann zwei Mal machen, weil die ersten sieben Blätter nicht den gewünschten Gesamteindruck hinterließen. Leider lässt sich dieser erst nach Bestücken der Nabe beurteilen.

Das fertige Blatt wurde dann in einer mit Trennlack behandelten Nut ausgerichtet und schließlich mit Spachtelmasse eingesetzt. Hierdurch hatte das Blatt nun einen Fuß, welcher saugend in die Nut passt und auch die Stellen verschließt, an denen das Blatt durch die Profilierung zu schmal für die Nut ist.

NEGATIVFORM DER BLÄTTER

Die Form der ersten Blätter wurde als „Quick and Dirty“-Schnellform in Resin gegossen. Nach einigen Abformungen konnte ich dann aber feststellen, dass das Epoxidharz das Resin langsam aber beständig angreift. Trotz der Verwendung von Wachs und Folientrennmittel bildeten sich immer mehr Fehlstellen in Form von kleinen Löchern. Da die Blätter später nicht lackiert werden sollten und die Blatt-

form noch einmal überarbeitet werden musste, konnte dieser Abschnitt als Erfahrung abgehakt werden.

Nach Herstellung eines neuen Urblattes ist die zweite Form nun wieder klassisch aus Gelcoat und GFK entstanden. Wichtig hierbei ist die Einfüllöffnung, die hier eigentlich eine „Auslauföffnung“ ist, um überschüssiges Material aus der Form abzuführen.

HERSTELLEN DER EINZELBLÄTTER

Wie bei jeder neuen Form wurde auch diese drei bis fünf Mal mit Trennwachs behandelt und poliert. Die darauf folgende Trennlackschicht gewährleistet ein stressfreies Ausformen des Bauteiles. Die so behandelte Form wird mit einer Schicht aus selbst hergestelltem Gelcoat ausgestrichen. Das Gelcoat besteht aus Harz, dem nach Härterzugabe Tixotropiermittel zum Andicken und blaue Farbpaste zugemischt wurde. Nach dem Angulieren wird eine Kupplungsschicht aus Harz mit Baumwollflocken aufgebracht, der eine Lage 163er-Glasfilamentgewebe folgt. Die so behandelten Formhälften werden dann mit einem Gemisch aus Harz, Baumwollflocken und Glasschnitzeln aufgefüllt. Es hat sich bewährt die Formen von der Blattspitze aus zusammenzuklappen, um Luft einschließen zu vermeiden. Überschüssiges Material wird nun aus der an der Blattwurzel

angebrachten Öffnung ausgedrückt. Sämtlich verwendetes Harz wird jeweils nach Härterzugabe blau eingefärbt. Nach 24 Stunden Aushärtezeit kommen die Blätter zum Nachhärten bei 120 Grad in den Backofen. Alles in allem also pro Blatt ein abendfüllendes Programm.

ZUSAMMENBAU DES PROPELLERS

Entgegen der Verfahrensweise beim Bau eines Messingpropellers gibt es bei den GFK-Blättern nicht die Möglichkeit, diese durch Verbiegen nachzurichten. Die einzelnen Blätter werden mit eingefärbtem Uhu Endfest 300 in die Nabe geklebt. Die Ausrichtung erfolgt auf einer zuvor ausgedruckten Zeichnung des Propellers, an der die Blattlage und der Durchmesser kontrolliert werden können. Zuvor wird mittels einer kleinen Trennscheibe in die Seiten der Nuten sowie in den Gegenstücken an den Blättern ein Schlitz zur Aufnahme des Klebers geätzt. Somit soll ein formschlüssiger Verbund zwischen Nabe und Blatt hergestellt werden, sozusagen eine Auszugsicherung. Nach weiteren 24 Stunden Aushärtezeit wird das überschüssige Harz entfernt und der Propeller poliert. Ich habe das mit Wattestäbchen und Metallpolitur erledigt. Das bei Messingpropellern notwendige Auswuchten bei dieser Größe entfällt vollständig durch das sehr ge-

ringe Eigengewicht der Blätter von ca. sechs Gramm pro Stück.

PRAXISTEST

Der fertige Propeller wurde auf der Welle montiert und mit dem daran befindlichen Boot zu seinem ersten Stapelhub beim 11. Internationalen U-Boot-Treffen Köln 2010 geschafft. Unter den Augen von viel zu vielen Leuten mit Schweißperlen auf der Stirn wurden vorsichtige Tests unternommen.

Im direkten Vergleich zu den sechsflügeligen Messingpropellern (U 31 von Mario Weide oder U 32 von Markus van Beek) braucht sich das Boot nicht zu verstecken. Der Vorschub übertrifft alle Erwartungen ebenso wie die Rückwärtseigenschaften. Nach ersten Berechnungen ist auch die Energieaufnahme trotz des höheren Schubs reduziert. Diese Eigenschaften decken sich mit denen die bei den Originalen angegeben werden. Hier spricht man von bis zu 30% mehr Leistung bei gleichem Energieaufwand.

Das Wichtigste: ich bin mit allen sieben



Blättern wieder nach Hause gefahren, die Verklebung und die Blätter selbst halten den auftretenden Belastungen stand.

Bei einem weiteren Schaufahren hatte der Propeller Kontakt mit meinem Transportkarren. Die Folge: eine abgebrochene Blattspitze und die Gelegenheit die Reparaturfreundlichkeit im Feld zu testen. Das Blatt musste

unter erheblichem Kraftaufwand aus der Nabe gehoben, die Reste ausgefräst werden. Ein Ersatzblatt wurde eingeklebt und unter Zufuhr von 80 Grad ausgehärtet. Am nächsten Tag war das Boot wieder einsatzklar, einen Messingpropeller hätte ich vermutlich nicht vor Ort richten können. Der Propeller ist seit dem ohne weitere Schäden im Einsatz.

Noch nicht in Originalfarbe, aber AK voraus

ANZEIGE



Best.-Nr. 620 1135

- alle Beiträge • alle Bilder
- alle Zeichnungen • alle Testberichte

Selbstverständlich mit allen notwendigen Such- und Druckoptionen. Eine Fundgrube und eine unerschöpfliche Informationsquelle.

► **Preis pro CD: 10,90 €**
* Für Abonnenten nur 8,90 €

Das ganze Jahr auf einer CD mit einem Klick!



Best.-Nr. 620 1122

Best.-Nr. 620 1114

Best.-Nr. 620 1108



Best.-Nr. 620 1098

Best.-Nr. 620 1091

Best.-Nr. 620 1075



Best.-Nr. 620 1028

Best.-Nr. 620 1039

Best.-Nr. 620 1050

Bestellen Sie jetzt! Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH

BESTELLSERVICE: D-76532 Baden-Baden · Tel.: + 49 07221 5087 22 · Fax: + 49 07221 5087 33
E-Mail: service@vth.de · Internet: www.vth.de

vth Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH • Baden-Baden

GESTÄNGEDURCHFÜHRUNG FÜR U-BOOT-MODELLE

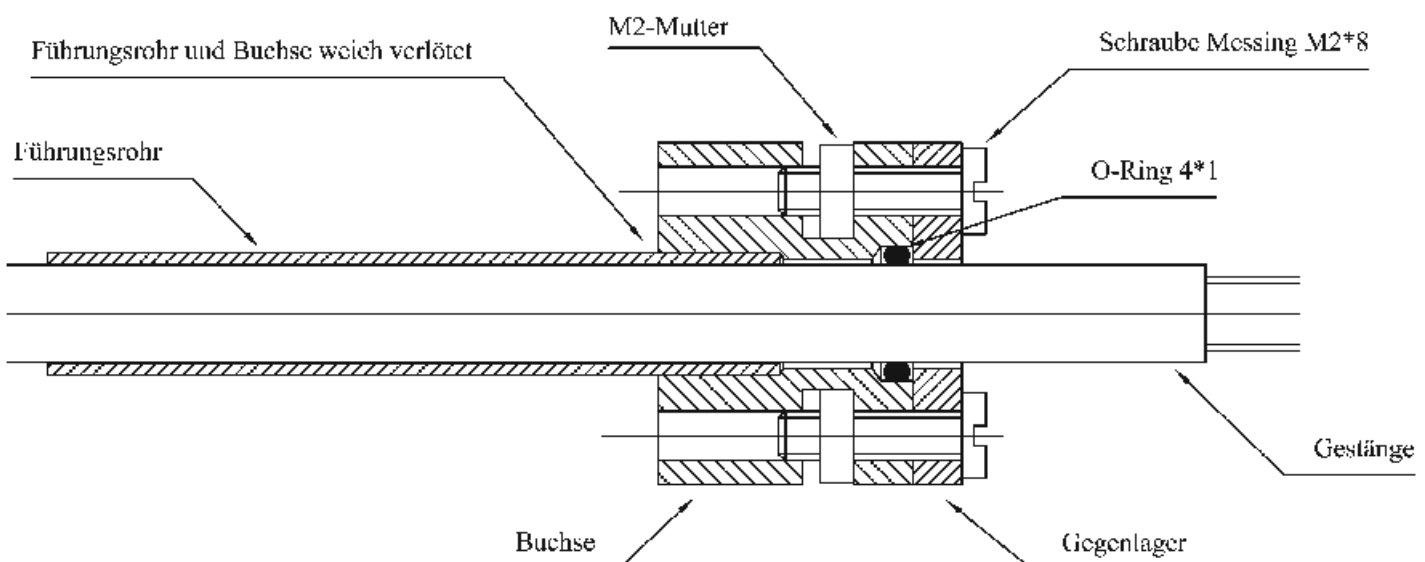


Die Gestängedurchführung ist für ein Druckschott von 20 mm Dicke konzipiert. Sie ist ausreichend druckfest und leichtgängig. Zu Wartungszwecken kann der O-Ring gewechselt oder neu gefettet werden. Die Durchführung wird im PVC-Druckschott mit Stabilit Express eingeklebt. Das Gestänge selbst besteht aus 4-mm-Rundmessing, welches in einem Messingrohr mit einem Innendurchmesser von 4,1 mm geführt wird. Für die Abdichtung ist ein O-Ring mit 4 mm Innendurchmesser und einer Stärke von 1 mm zuständig. Dieser O-Ring wird in einer demontierbaren Messingbuchse gehalten. Führungsrohr und Buchse sind weich verlötet.

HERSTELLUNG DER BUCHSE

Zunächst wird von 14-mm-Messing-Rundmaterial ein ca. 20 mm langer Rohling abgetrennt. Nachdem beide Seiten plan gedreht wurden, wird mit dem Zentrierbohrer eine leichte Markierung in der Mitte vorgenommen. Diese Markierung wird anschließend mit dem Körner und einem gut dosierten Schlag vertieft. Nun kann mit dem Anreißzirkel der Kreis für die Bohrungen der M2-Schrauben angerissen werden. Mithilfe

eines Lineals werden nun die Bohrungen angerissen und gekörnt. Durch diese Vorgehensweise sind die Bohrungen sehr präzise gesetzt. Bei der späteren Montage der M2-Muttern müssen diese nicht festgehalten werden, da sie gegen Verdrehen durch die Buchse gesichert sind. Das erleichtert erheblich die Wartungsarbeiten im eingebauten Zustand. Die Buchse wird nun wieder in die Drehmaschine eingespannt und der Rundlauf kontrolliert. Diesen prüfe ich mit einem Bleistift, den ich vorsichtig an das rotierende Drehteil halte. Wenn die Maschine dann ausgeschaltet ist, kann man mithilfe der Striche genau sehen, wo mit einem kleinen Hammer der Rundlauf korrigiert werden muss. Ist der Rundlauf zufriedenstellend, wird der Rohling fest eingespannt. Nun kann mit dem 2,5-mm-Zentrierbohrer die erste Bohrung gesetzt werden. Anschließend wird das Werkstück mit einem 2,5-mm-Bohrer komplett durchbohrt. Da hier der Bohrer und die Zentrierbohrung den gleichen Durchmesser aufweisen, kann weitestgehend verhindert werden, dass der Bohrer bei der Herstellung der Durchgangsbohrung aus der Flucht wandert. Nun wird diese Bohrung gemäß Zeichnung auf 4,5 mm aufgebohrt.





1 Markierung des Rohlings mit einem Zentrierbohrer

2 Mit einem passenden Bohrer wird das Werkstück auf der Ständerbohrmaschine zentriert

3 Zentrierung auf der Drehmaschine mittels mitlaufender Spitze

4 Abstechen des Gegenlagers

5 Bohrung des Sitzes für den O-Ring mit einem 5,5-mm-Bohrer

6 Einstecken der Nut für die M2-Muttern

Anschließend wird das Werkstück in die Ständerbohrmaschine eingespannt, um die Bohrungen für die M2-Schrauben zu bohren. Damit alles im rechten Winkel eingespannt werden kann, stecke ich in die 4,5-mm-Bohrung einen passenden Bohrer und spanne diesen in die Bohrmaschine ein. Das Werkstück wird so nun fest eingespannt und der Bohrer wieder entfernt. Dann können die 2-mm-Bohrungen gebohrt werden.

Das Bauteil wird nun wieder in die Drehmaschine eingespannt und mithilfe der mitlaufenden Spitze zentriert. Das Gegenlager wird nun abgestochen. Durch diese Vorgehensweise wird sichergestellt, dass alle Bohrungen genau fluchten.

SITZ DES O-RINGS

Nun wird der Sitz für den O-Ring mit 5,5 mm gebohrt. Diese Bohrung muss 1,3 mm tief sein. Hierbei sollte lieber etwas zu tief gebohrt werden, als zu wenig. Sollte die Bohrung zu tief sein, kann die gesamte Stirnfläche soweit abgedreht werden, bis die 1,3 mm wieder eingehalten werden.

Jetzt wird die Buchse umgespannt und das 5-mm-Sackloch für das Messingröhrchen gebohrt. Diese Bohrung sollte 5 mm tief sein.

Anschließend wird die Buchse wieder umgespannt und es wird nach Zeichnung mit dem Abstecherstahl eine Nut gedreht. In dieser Nut werden bei der Endmontage die M2-Muttern eingeführt.

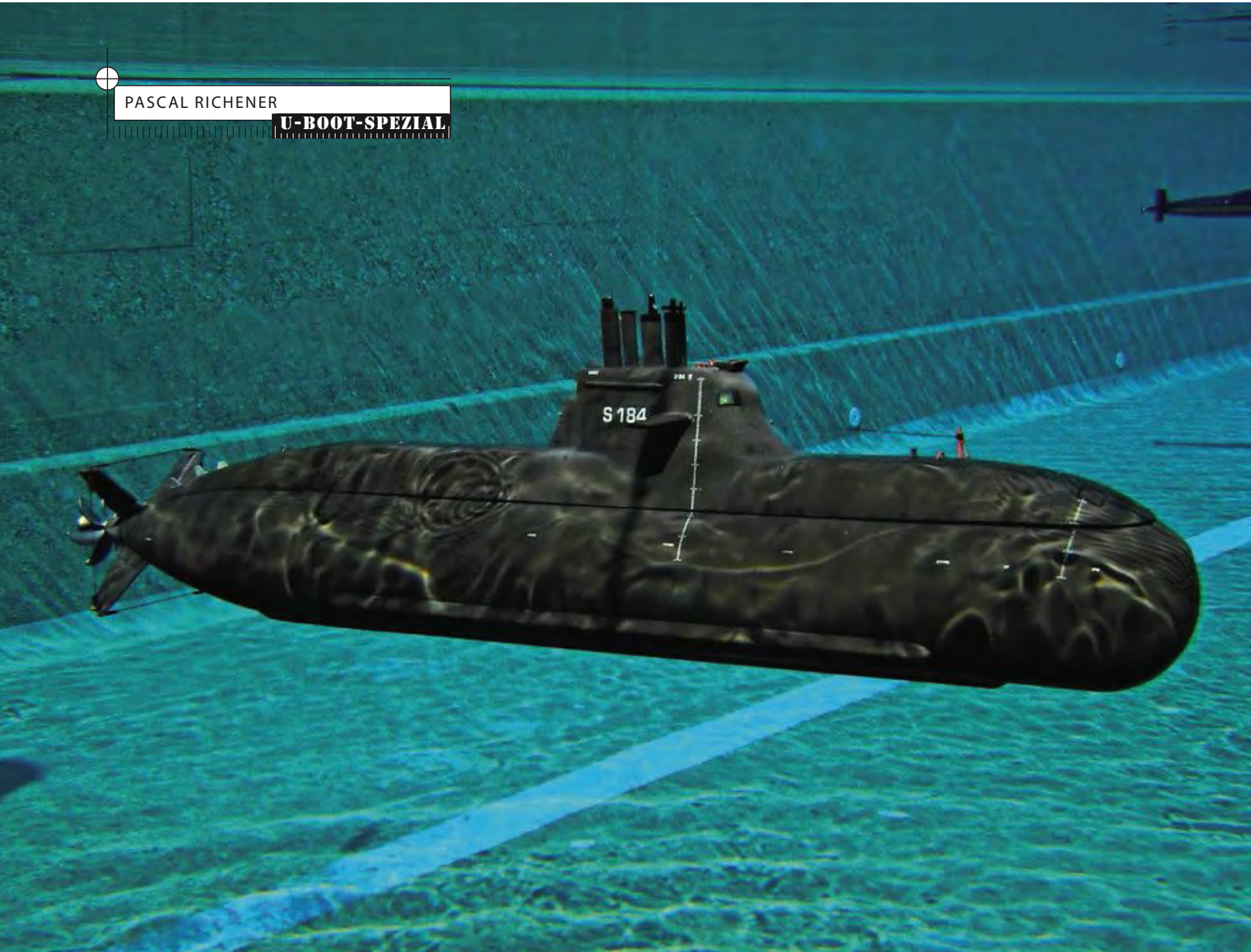
ENDMONTAGE

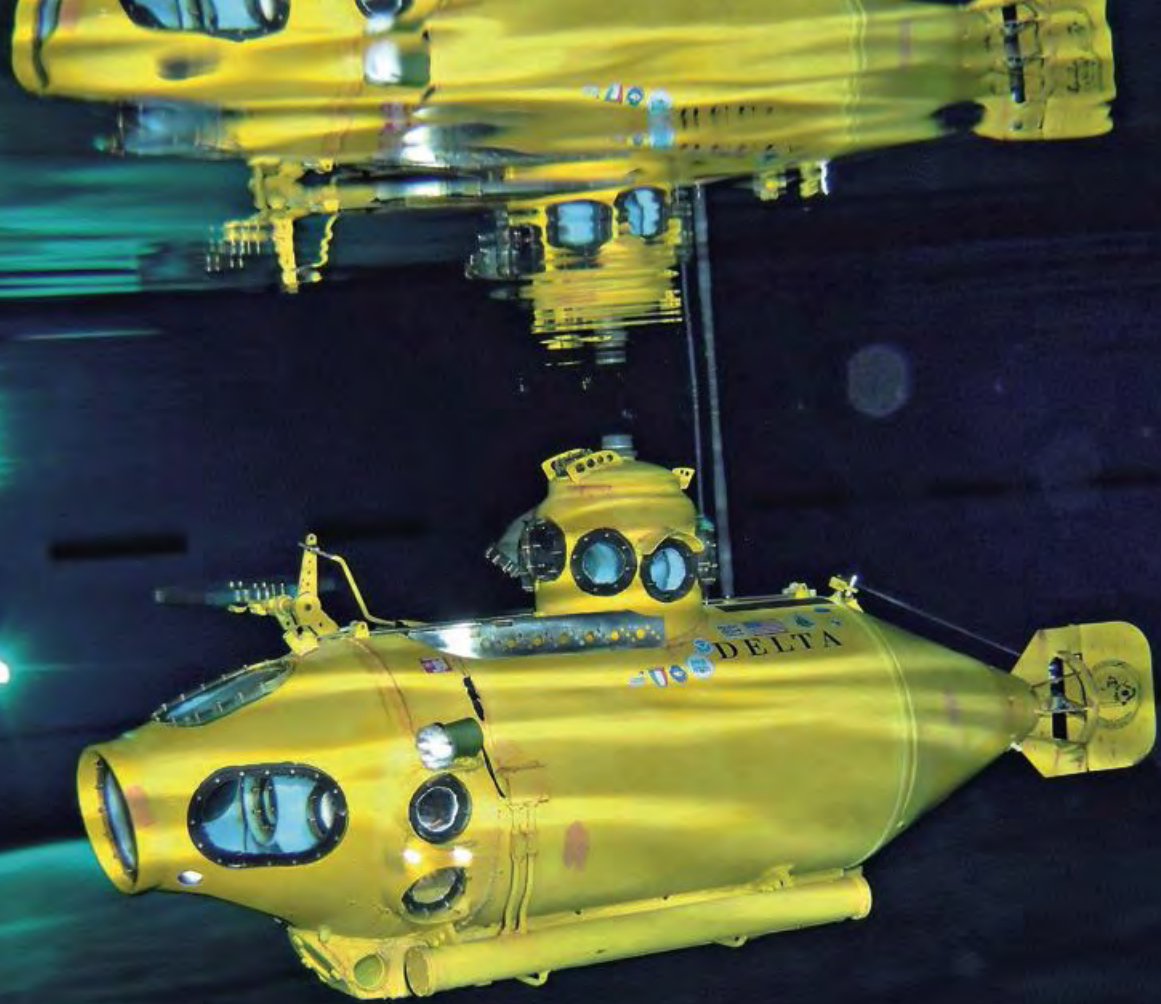
Das Führungsrohr wird in der Buchse weich verlötet. Das Gestänge wird an den Enden auf 3 mm abgedreht und mit einem Gewinde M3 versehen. Anschließend wird alles gut mit Vaseline gefettet, der O-Ring auf das Gestänge gezogen und dies in die Buchse geführt. Danach wird das Gegenlager mit den beiden M2-Schrauben fest montiert. Fertig!

Für weitere Fragen und zur Kontaktaufnahme stehe ich gerne über die Redaktion zur Verfügung.

▼ Alle Teile der Gestängedurchführung







U-BOOT-IMPRESSIONEN



Der fertig laminierte Rumpf der *Dolfijn*

LUFTIGER DELFIN

»DOLFIJN« MIT PRESSLUFTTECHNIK

U-BOOTE INTERESSIEREN MICH SEIT MEINER KINDHEIT. ALS ICH KÜRZLICH MEINER TOCHTER MEINE EIGENEN ZEUGNISSE ZEIGTE, FAND ICH SOGAR NOCH IN DER BEURTEILUNG DER 5. KLASSE DIE AUSSAGE ÜBER EINE ERFOLGREICHE MESSETEILNAHME MIT MEINEM PROJEKT – ES WAR EIN MODELL-U-BOOT.

Ich erinnere mich noch gern daran, wie ich mir zu DDR-Zeiten mein erstes dynamisch tauchendes Boot aus zwei Spraydosen, einem Tischtennisball, etwas Styropor, Holz und Weißblech zusammenbaute. Das funktionstüchtige Ding liegt heute noch in meiner Werkstatt und wird immer dann hervorgeholt, wenn meine Besucher mit großen Augen vor meinen Booten stehen und ihnen beim Anblick des Innenlebens Sätze wie „ist das alles kompliziert“ rausplatzen. Ist es doch eigentlich gar nicht. Genau das dachte ich mir auch, als ich Anfang 2007 das erste Mal in Han-

kensbüttel an einem überwiegend von Pressluftbooten, also kompletten Eigenbauten, besuchten Treffen teilnehmen durfte. Was waren die zügig im Wasser unterwegs! An Land nur von zwei Männern zu bewegen, im Wasser jedoch flink und wendig wie ein Wiesel. Ich freundete mich noch auf diesem Treffen mit dem Gedanken eines solchen Projektes an. Modellbaukollege Andi gab mir förmlich den Rest: Er bot mir seine Hilfe an.

Als Modell suchte ich mir eine niederländische *Dolfijn* im Maßstab 1:31 aus. Somit ist das Modell 2,12 Meter lang und wiegt dann ca. 55 kg.

DER RUMPF

Bei meinem Boot handelt es sich um ein Zweihüllenboot. Dabei bildet ein 200-mm-KG-Rohr den eigentlichen Druckkörper zur Aufnahme des gesamten Technikgerüsts. Das ist das „eigentliche“ U-Boot.

Da ein KG-Rohr im Wasser aber nicht unbedingt der Hingucker und auch nicht sonderlich strömungsgünstig ist, bekam es die Außenhülle in Form des „echten“ U-Boot-Rumpfes mit Turm, Ruder etc. Ich hatte das Glück auf eine bereits bestehende Form von Andreas Koch-Firla (Rumpf + Ruder) und Volker Küster (Turm + Turmtiefenruder) zurückgreifen zu können. Was man nicht vergessen darf: Jeder Form geht zunächst natürlich die Erstellung eines Urmodells voran, was wiederum eine umfangreiche Recherche und das Studieren von möglichst genauen Plänen, Fotos und anderen Informationsquellen unabdingbar macht.

TECHNIKTRÄGER

Der Technikträger füllt das gesamte KG-Rohr aus und gliedert sich in drei separate Baugruppen. Das vordere und das hintere Technikgerüst sowie den Hauptballasttank in der Mitte. Die Konstruktion mit Technikgerüsten hat sich in diesem Bereich deshalb durchgesetzt, weil man dadurch eine sehr kompakte und modulare Bauweise erreicht und alle in den Gerüsten befindlichen Baugruppen bei Bedarf gut zugänglich sind. Am hinteren Technikgerüst wird der Heckkegel des Rumpfes festgeschraubt, am vorderen Technikgerüst dann der Bug vom Rumpf.

Das vordere Technikgerüst beherbergt das gesamte System der Druckluftzeugung. Hier finden sich neben den zwei Kompressoren auch zwei gekoppelte Druckluftbehälter, in denen zehn Liter Luft bei einem Druck von 6 bar bereitgehalten werden. Sie ist notwendig, um den Hauptballasttank zu lenzen. Darüber hinaus werden mit der Druckluft die einzelnen Ausfahrgeräte angesteuert. Außerdem sind hier noch zwei Druckschalter zu finden. Der eine sorgt dafür, dass die Kompressoren abgeschaltet werden, sobald die beiden Druckluftbehälter ausreichend gefüllt wurden. Der andere Druckschalter hingegen ist so eingestellt, dass er bei zu geringem Druck (= zu wenig Luft in den Vorratsbehältern) den Tauchvorgang verhindert. Würde das Boot nämlich mit zu geringem Druck tauchen, hätte es für den Auftauchvorgang nicht mehr genügend Luft, um den Haupttauchtank auszublasen.

Der Haupttauchtank zwischen vorderem und hinterem Technikgerüst ist fest mit dem KG-Rohr verschraubt und verklebt und bildet mit dem um ihn



herum befindlichen KG-Rohr einen ca. 5,5 Liter fassenden Hohlraum, in dem sich entweder Wasser oder Luft befindet.

Zum anderen bildet der Haupttauchtank einen wasserdicht verschließbaren Kasten, den „AFG-Kasten“, in dem sich die Ventilinsel der Ausfahrgeräte, die Ausfahrgeräte selbst sowie der Motor für das Radar u.a. befinden.

Das hintere Technikgerüst nimmt die vier Akkus auf. Die Akkus allein wiegen schon ca. 10 kg. Auch findet sich hier wie im vorderen Gerüst eine der beiden Trimmzellen. Es bietet zudem noch genügend Platz für den Rest der erforderlichen Elektronik. Der Spant am hinteren Ende des Gerüsts ist direkt mit dem Verschlussring des Hecks verschraubt und bildet somit ein extrem stabiles Gebilde. Ebenfalls am Spant

befestigt ist der Hauptantrieb, ein 100-Watt-Industriemotor von Duncker. Der Motor ragt noch ein Stück weit in den Heckkegel hinein. An der Oberseite jeder Stirnseite des Tanks sitzen die Flutventile von Danfoss. Sie stellen die verschließbare Verbindung zwischen dem Haupttauchtank und der „Außenwelt“ dar. Zwei Ventile an der Stirnseite Richtung Bug, ein Ventil an der Stirnseite Richtung Heck.

▲ Beim Laminieren des Rumpfes

TRIMMZELLEN

Die Trimmzellen stellen ein sehr wichtiges System innerhalb des Bootes dar. Im Gegensatz zu den weitverbreiteten Modell-U-Booten mit Kolbentank als (Haupt)Tauchtank dienen sie in Pressluftbooten nur als Trimmzellen. Der Großteil des Auftriebs des Bootes wird beim Fluten des Haupttauchtanks „ver-



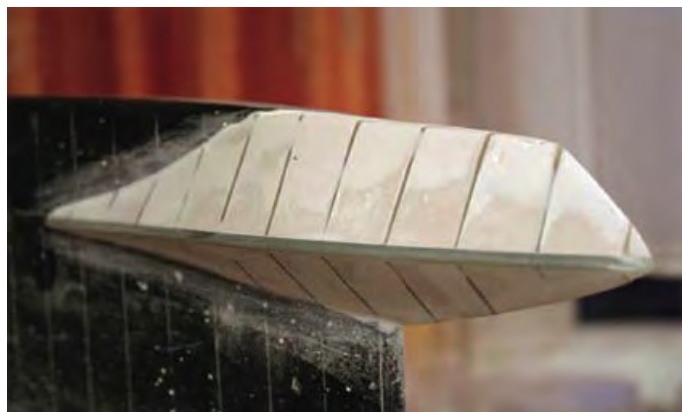
Zusammenfügen der beiden Rumpfteile



Im Rumpf sitzt das KG-Rohr, welches die Technik aufnimmt



Die spezielle Anformung am Turm wird mittels Spanten ...



... und Spachtel dargestellt



▲ Der vordere Teil des Technikgerüsts nimmt unter anderem die Kompressoren, Druckluftbehälter und die vordere Trimmzelle auf

► Während der hintere Teil Träger der Elektronik und der hinteren Trimmzelle ist



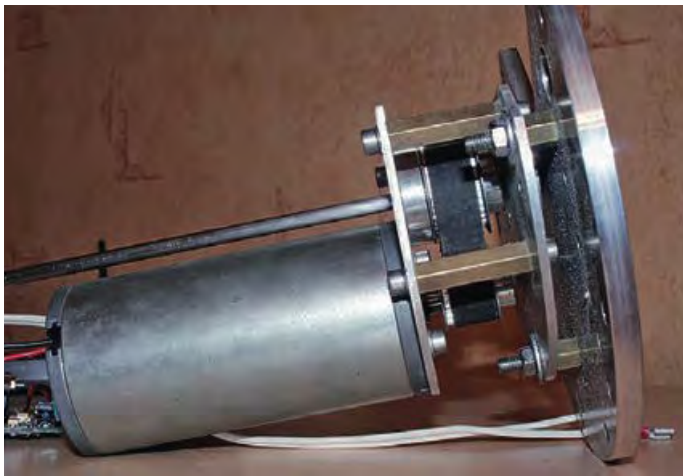
▲ Viele Drehteile waren anzufertigen

▼ Selbst gefertigter Antrieb einer Trimmzelle

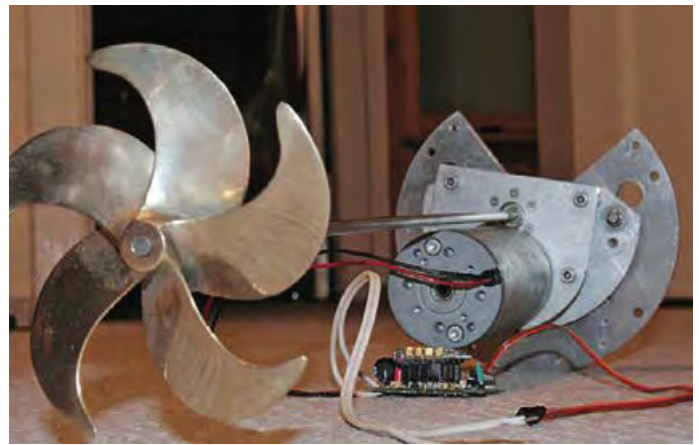


nichtet“. Dann ist das Boot aber noch nicht ganz unter der Wasseroberfläche. Die beiden Trimmzellen mit ihren je ca. 500 ml Füllvolumen haben im Boot dann die Aufgabe, den verbleibenden minimalen Restauftrieb durch die Aufnahme von Wasser zu vernichten und das Boot somit gänzlich unter die Wasseroberfläche zu bringen und dort dann auch die gewünschte Tauchtiefe zu regulieren.

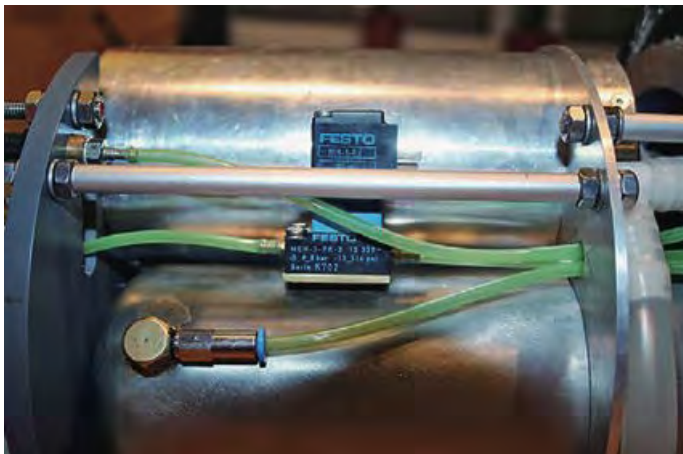
Da das Boot, wie alle anderen Boote dieses Maßstabs, über zwei separate Trimmzellen verfügt (je eine im Heck bzw. Bugbereich), ist es problemlos möglich, die Trimmung des Bootes zu verändern. Liegt z.B. nach dem Abtauchen der Bug tiefer im Wasser, als das Heck, kann man diese Schiefelage ausgleichen, indem man einfach mehr Ballast in die hintere Trimmzelle aufnimmt.



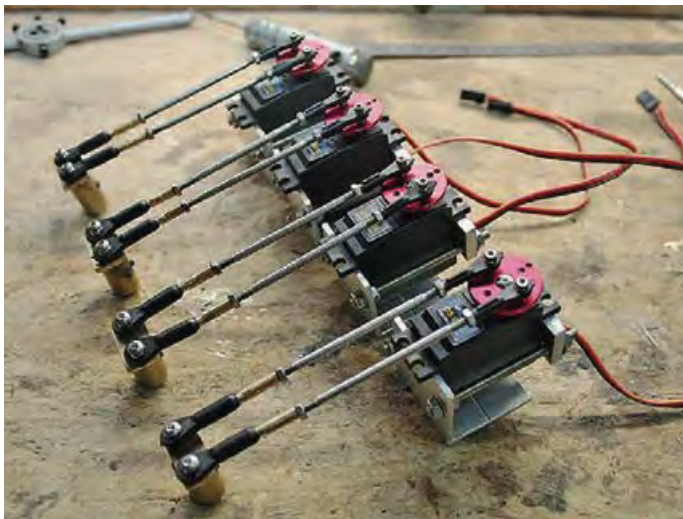
Als Antrieb dient ein Dunker-Industriemotor ...



... der über einen Zahnriemenantrieb einen 120-mm-Sicherblattpropeller antreibt



Für das Pneumatiksystem wurden nur hochwertige Industriekomponenten verwendet



Die vier Servos für die X-Ruder ...



... und ihre Montage im Heckkegel

ANTRIEB

Der Motor liegt parallel zur Antriebswelle aus 6-mm-Edelstahl im Heckkegel. Die Kraftübertragung erfolgt durch einen Zahnriemen, mit dessen Getriebe die Drehzahl des Motors untersetzt wird. Der Motor treibt eine 5-Blatt-Sichelschraube mit 120 mm Durchmesser an, die ich in England bestellen musste. Es gibt heute mittlerweile ein weit gefächertes Angebot an Motoren

für unsere Dampfer. Das reicht von den traditionellen Dunker über Scheibenwischermotoren, Brushless bis hin zu kompletten Eigenbauten.

Um die axiale Antriebskraft des Motors im Fahrbetrieb nicht auf die Welle und damit den Motor selbst zu übertragen, habe ich ein separates Drucklager im Antrieb verbaut. Die Kraft wird nun auf den Rumpf übertragen, die Motorwelle geschont.

PNEUMATIKSYSTEM

Das Boot ist mit einem Pneumatiksystem ausgestattet, die einzelnen Funktionen werden mittels Druckluft realisiert. Das System ist hauptsächlich im vorderen Technikgerüst eingebaut. Für das Pneumatiksystem sind verschiedene Komponenten erforderlich. Alle pneumatischen Komponenten habe ich mit bewährten industriellen Bausteinen von Festo ausgeführt.



▲ Die Ausfahrgeräte bei der Herstellung

Die Kompressoren dienen der Erzeugung der Druckluft aus der Umgebungsluft innerhalb des Bootes. Hierfür ist es notwendig, dass das Schnorchelkopfventil geöffnet ist, damit während der Drucklufterzeugung durch die Kompressoren Luft ins Innere des Bootes weiter nachströmen kann. Die komprimierte Luft wird in den beiden Drucktanks im Bug des Bootes für verschiedene Vorgänge gespeichert. Im Boot sind zwei Kompressoren verbaut. Im Boot befinden sich drei Rückschlagventile: Je eins unmittelbar nach jedem Kompressor und das dritte vor dem kleinen, separaten Druckluftvorratsbehälter für den Schnorchelkopf im AFG-Kasten.

▼ Die Ventilinsel für die insgesamt sieben Ausfahrgeräte

Mit Drosselventilen wird die Bewegungsgeschwindigkeit der Kolben bei den Ausfahrgeräten festgelegt. Hierfür wird bei den Pneumatikzylindern stets die abströmende Druckluft über die

Drosselfunktion des dort eingebauten Drosselrückschlagventils gedrosselt, während die zuströmende Druckluft ungedrosselt in Durchlassrichtung durch das in diese Leitung eingebaute zweite Drosselrückschlagventil fließt. So ist die Haupt-Gegenkraft, die die zuströmende Luft überwinden muss, der Gegendruck vor der Drossel für die abströmende Luft, und nicht die Gleit- beziehungsweise Haftreibung des Kolben im Zylinders. Pro Ausfahrgerät (sieben Stück insgesamt) sind zwei Stück notwendig.

Im Boot werden verschiedene Magnetventile verwendet. Für die Ausfahrgeräte 5/2-Wegeventile (acht Ventile insgesamt), 3/2-Wege für Anblase- und Schnorchelkopfansteuerung (insgesamt zwei Stück) und als Flutventile 2/2-Wegeventile (drei Stück am Haupttauchtank).

Druckschalter dienen der Überwachung von vorher eingestellten Drücken und erlauben bzw. sperren bei Eintritt dieser Bedingung bestimmte Schaltvorgänge. Die Druckschalter sind hierfür mit dem Mehrkanalschalter MKS (siehe unten) verbunden.

Der Druckminderer hat die Aufgabe, beim Anblasen des Haupttauchtanks nicht die Druckluft mit dem kompletten Vorratsdruck (zwischen 4 und 6 bar) in den Tauchtank einströmen zu lassen. Das Wasser würde somit viel zu schnell außenbords gedrückt und das Boot würde schnell wie ein Korken auf-

tauchen. Am Druckminderer kann mit dem Stellrädchen die Durchflussmenge genau eingestellt werden.

Die Ventilinsel ist eine Zusammenfassung mehrerer Ventile auf einem Platz (auf eine gemeinsame Platte). Der Vorteil liegt darin, dass die Luftversorgung der Ventile zentral erfolgen kann. Das heißt, mit einem gemeinsamen Anschluss können alle Ventile der Ventilinsel versorgt werden. Die Insel für insgesamt acht Ventile (sieben Ausfahrgeräte + Schnorchelkopfventil) sitzt unmittelbar bei den Ausfahrgeräten im AFG-Kasten.

Als Druckluftbehälter dienen zylindrische Behälter als Speicher der von den Kompressoren verdichteten Luft. Zusammengeschweißt aus VA-Rohr und mit jeweils zwei passenden Klöpperböden. Jeder der beiden Behälter wurde anschließend abgedrückt.

RUDERANLAGE

Das Boot verfügt wie das Original über ein X-Ruder und Turmtiefenruder.

X-Ruder haben gegenüber herkömmlichen Kreuzrudern einen um ca. 41% besseren Wirkungsgrad. Für eine Richtungsänderung des Bootes sind aber beide Ruderpaare notwendig. Die Ruder habe ich aus angedicktem Harz gegossen. Gleich beim Gießen wurden auch die Wellendurchführungen eingearbeitet. Anschließend mussten alle Ruder an einer festgelegten Linie durchtrennt werden, wofür ich eine Schablone verwendete. Der äußere Teil bildet das eigentliche Ruder. Der andere wird als „Totholz“ fest mit dem Rumpf verklebt und erhält einen mit Rundringen bestückten „Einleger“ (ein Drehteil), sodass auch diese aus dem Heckkegel nach außen führende Welle abgedichtet ist. Jedes Ruder wird über ein eigenes Servo mit jeweils einer Schub- und einer Zugstange angesteuert.

AUSFAHRGERÄTE

Die *Dolfijn* verfügt über sieben funktionstüchtige und separat steuerbare Ausfahrgeräte.

Davon sind aber sechs ohne echte Funktion und eine zwingend notwendige Funktion hat der Schnorchel. Über ihn ist das Boot in der Lage, in getauchtem Zustand seine Luftvorratsbehälter zu befüllen. Der Schnorchelkopf wird durch einen innen liegenden Microzylinder mittels Druckluft geöffnet.



Da der Microzylinder federbelastet ist, schließt er bei Druckwegfall selbsttätig. Der Microzylinder verfügt über einen eigenen kleinen Druckluftvorratsbehälter. Dieser sitzt ebenfalls zwischen den Ausfahrgeräten im wasserdichten AFG-Kasten. Durch ihn wird gewährleistet, dass der Schnorchelkopf selbst bei komplett geleerten Druckluftbehältern im Bug des Bootes immer noch unabhängig öffnen kann, um so die Luftbevorratung wieder einleiten zu können. Durch Öffnen des Schnorchelkopfventils kann Luft durch ein Edelstahlrohr in das Bootsinnere strömen, von wo sie durch die beiden Kompressoren in die Vorratsbehälter gepumpt wird. Der Schnorchel mit dem Schnorchelkopf muss hierfür erst durch einen Arbeitszylinder in die Höhe gehoben werden. Zwei der Ausfahrgeräte sind als zweistufige Zylinder ausgeführt (Doppelhubzylinder). Die Zylinderstange der zweiten Stufe ist dabei gleichzeitig Kolbenstange der ersten Stufe. Bei entsprechender Druckluftbeaufschlagung fahren beide Stufen gleichzeitig aus bzw. ein.

Alle Ausfahrgeräte sind komplette Eigenbauten. Hierfür habe ich Edelstahlrohr aus dem medizinischen Bereich verwenden müssen, da nur hier die Oberflächengüte den Ansprüchen der Fertigung gerecht werden konnte. Gerade die Innenseiten der Rohre mussten glatt sein, damit sich die darin befindlichen Kolben spielfrei bewegen können. Die Ausfahrgeräte sind momentan noch größtenteils Rohbauten und müssen natürlich noch mit diversen Verkleidungen versehen werden und auf der AFG-Platte platziert werden.

SCHNORCHELKOPF-SICHERUNG

Beim Bauen des Schnorchels und dessen Verkleidung erinnerte ich mich daran, dass ich irgendwo in meiner Elektronikcke noch einen Miniatur-Reed-Kontakt fertig verkabelt mit nur etwas mehr als 2 mm Durchmesser und 30 V Schaltspannung rumzuliegen hatte. Nach einigen Platzierungstests am/im Schnorchel konnte ich einen idealen Platz innerhalb des Schnorchelrohres finden. Den Magneten, der den Reedkontakt schaltet, konnte ich als Miniatur-Ringmagnet direkt auf die Kolbenstange des Mikrozyinders

fädeln. Der Minimagnet sitzt nun innerhalb des Schnorchelkopfes direkt unter dem Verschlussstück.

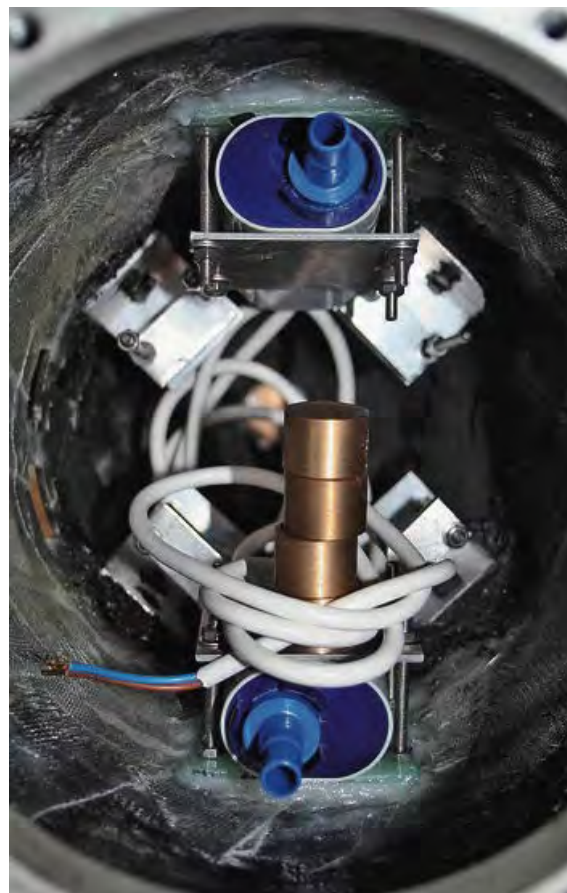
Somit habe ich nun eine wirksame Überwachung des physischen Zustandes des Schnorchelkopfventils. Ist der Schnorchelkopf geschlossen, fließt Strom zum MKS. Öffnet der Kopf und hebt dabei den Minimagneten in die Höhe, gerät der Reedkontakt außerhalb des Magnetfeldes, der Reedkontakt öffnet und es fließt kein Strom mehr zum MKS. Somit weiß der MKS jederzeit, wie es um den Zustand des Schnorchelkopfes bestellt ist, und ob dieser mechanisch blockiert ist (Schmutz) obwohl er eigentlich geschlossen sein müsste. Jetzt müssen nur noch die entsprechenden Schaltlogik und Abhängigkeiten im MKS hinterlegt werden.

QUERSTRAHLPUMPEN

Um mit einem Boot dieser Größe und dieses Gewichts auch ohne Fahrt eine andere Position einnehmen zu können, wurden insgesamt vier Pumpen mit einer Förderleistung von je 18 l/min verbaut, zwei im Bug (oberhalb der beiden Druckluftvorratsbehälter) und zwei Pumpen im Heck. Das Wasser wird an der tiefsten Stelle im Boot außenbords angesaugt und parallel zur Wasseroberfläche sofort wieder ausgestoßen. Der dabei entstehende Rückstoß schiebt das Boot in die gewünschte Position. Die Pumpen können so gesteuert werden, dass die entsprechende Pumpe im Bug nach backbord (links) schiebt, während die entsprechend diagonal gegenüberliegende Pumpe im Heck nach steuerbord (rechts) schiebt. Auf diese Weise kann dieses Boot auch auf der Stelle drehen. Die Pumpen werden über den Mehrkanalschalter geschaltet.

ELEKTRONIK

Kein Funktionsmodell kommt ohne Elektronik aus – ein U-Boot natürlich erst recht nicht. Ganz besonders faszinierend finde ich die Vielzahl der in solch einem Modell verbauten Sensoren zur Erfassung und softwaregesteuerten und eigenständigen Bewertung der unterschiedlichen Umgebungszustände. Im Gegensatz zu den vielen anderen Bauteilen der *Dolfijn* greife ich bei der Elektronik auf bereits verfügbare Komponenten zurück und entwickle/bau diese Dinge nicht selbst. Aus den Erfahrungen und dem Engagement



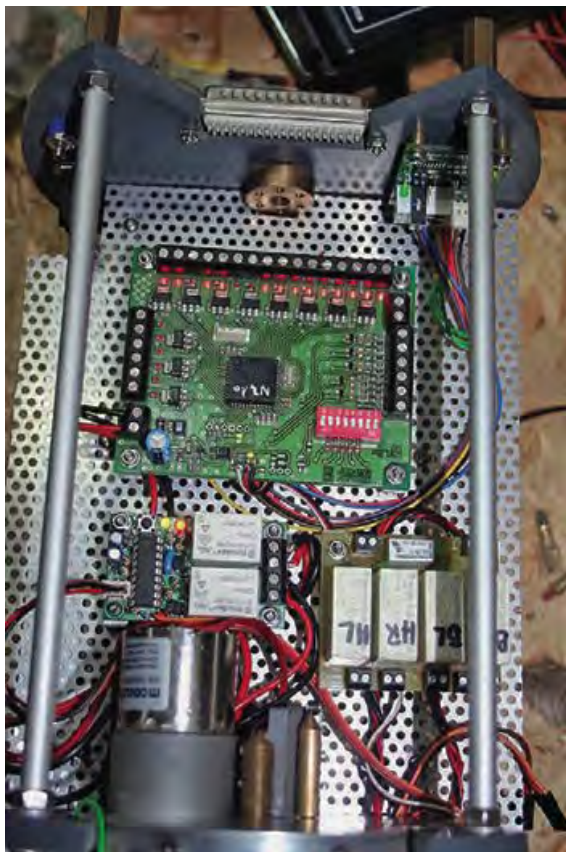
anderer Modellbauer haben sich in diesem Segment einige feste Bestandteile herauskristallisiert und bewährt, von denen folgende in meiner *Dolfijn* verbaut werden.

Ein berührungsloser Betriebsschalter ermöglicht das Ein- bzw. Ausschalten des Modells ohne das Boot öffnen zu müssen, um an einen Schalter heranzukommen. Das Boot wird nur durch das Vorbeistreichen mit einem Magneten an einer dafür vorgesehenen Stelle (de)aktiviert und alle zum Betrieb des Bootes notwendigen Stromkreise geschaltet.

Der Mehrkanalschalter (MKS) ist eine Entwicklung der U-Boot- und Elektronikenthusiasten A. Jungmann, N. Canditt und C. Feldmann. Der MKS ist die eigentliche Schaltzentrale im Boot. Über ihn werden die Kompressoren geschaltet, jedes Ausfahrgerät einzeln gesteuert, Radar in Betrieb genommen, der Schnorchelkopf geöffnet oder geschlossen u.v.a.m.. Bevor der MKS nach dem entsprechenden Signal vom Sender einen Schaltvorgang aber tatsächlich ausführt, wird in den meisten Fällen das Vorliegen von vorher vom Benutzer festgelegten Bedingungen geprüft und der Schaltvorgang erst dann ausgeführt. Typisches Beispiel ist der Schaltvorgang zum Fluten des Haupttauchtanks: Meldet der an den Druck-

▲ Die eingebauten Querstrahlpumpen

behältern befindliche Druckschalter dem MKS einen zu geringen Luftvorrat (ein bestimmtes Volumen wird ja wieder zum Auftauchen benötigt), öffnet der MKS die Flutventile erst gar nicht. In diesem Fall muss ich also erst wieder die Luftvorratsbehälter ausreichend befüllen. Weitere wichtige Rückmelder für den MKS sind der zweite Druckschalter und der Wassersensor. Aber auch intern prüft der MKS vor dem schalten die Logik meines Befehls: Hat der MKS den Befehl zum Anlassen der Kompressoren erhalten und führt diesen in einem Zeitpunkt gerade aus, obwohl ich auch noch zusätzlich den Befehl zum Fluten des Haupttauchtanks geben würde (das Boot würde über den geöffneten Schnorchel volllaufen), wird dieser Befehl nicht ausgeführt. Ich muss also idealerweise nur beim erstmaligen Einrichten der Schaltvorgänge auf dem MKS etwas „Gehirnschmalz“ in die Belegung investieren und vermeide somit am Gewässer folgenschwere Schaltfehler beim Betrieb des Modells. Da der MKS über ein USB-Kabel und die mitgelieferte Software mit jedem PC programmiert werden kann, ist es dank der grafischen Benutzeroberfläche



Zahlreiche Elektronikkomponenten müssen im hinteren Technikgerüst untergebracht werden



Im hinteren Technikgerüst sind auch die vier Akkus untergebracht

möglich, die jeweiligen Schaltzustände nach Belieben zu definieren. Auch die o.a. Bedingungen können über den PC frei in den MKS programmiert werden. Der Wassersensor sitzt nicht möglichst tief irgendwo im Boot und überwacht dort etwaige Wassereinbrüche. Dieser kleine Helfer sitzt am hinteren Technikgerüst und hat einen Fühler bis an die äußerste Spitze des Schnorchels (also dem Schnorchelkopf). Ist das Boot in getauchtem Zustand und man will über den Schnorchel den Pressluftvorrat auffüllen, wäre es natürlich fatal, wenn der Schnorchel zwar komplett ausgefahren und der Schnorchelkopf geöffnet wird, das Boot aber zu tief fährt und der Schnorchelkopf daher noch immer unterhalb der Wasseroberfläche ist. Der Schnorchelkopf lässt sich daher durch den Mehrkanalschalter nur dann öffnen, wenn der Wassermelder sein OK dafür gibt, dass sich sein Fühler in der Spitze des Schnorchels in einem trockenen Bereich (also über der Wasseroberfläche) befindet. Hierfür ist der Wassermelder mit dem Mehrkanalschalter verbunden.

Jede der beiden Trimmzellen besitzt ihre eigene Steuerplatine. Diese Schaltung ist für Kolbentanks in U-Bootmodellen gedacht und ermöglicht einen Proportionalbetrieb, das heißt, der Kolben wird exakt an die am Sender eingestellte Position gefahren. Bei Senderausfall wird die Position Lenzen angefahren. Die Kolbenposition innerhalb der Trimmzelle wird mittels Hallensensor ermittelt, der Hallensensor befindet sich auf einer kleinen separaten Platine im Inneren der Zelle. Der Hallensensor wird durch zwei Magnete geschaltet, die wiederum auf einem

Zahnrad befestigt sind. Bevor die Platine in Betrieb genommen werden kann, muss sie einmalig auf „ihre“ Trimmzelle angelern werden. Dies nennt man vermessen. Man kann es mit einem Kennenlernen der Steuerung mit der Trimmzelle vergleichen. Hierbei ist Dreh- und Angelpunkt die Anzahl der Umdrehungen der beiden Magneten vorbei am Hallensensor. Der Hallensensor zählt und die Software in der Platine merkt sich hierbei, wie viele Umdrehungen des Zahnrades (und damit welcher Hub des Kolbens) in der für die Trimmzellensteuerung vorgesehenen Trimmzelle vorhanden sind. Nach dem Anlernen „weiß“ das die Steuerung und braucht nun bei späteren Befehlen nur die Umdrehungen der Magneten zählen, die ausgehend von der momentanen Position im Zeitpunkt des Signalempfangs bis zur neuen Soll-Position noch notwendig sind.

Bei einem normalen Kreuzruder ist die Richtungsänderung auf nur einer Ebene einfach. Man verändert entweder das Seitenruder oder das Tiefenruder – fertig. Bei einem X-Ruder geht das nicht, denn hier müssen bei jeder Lageänderung beide Ruderpaare verändert werden. Dies übernimmt der X-Mischer. Er mischt das vom Sender kommende Signal des Seiten- und des Tiefenruders und gibt es entsprechend an die vier im Heck befindlichen Servos aus.

Jedes größere U-Boot sollte mindestens mit einem Lageregler ausgerüstet sein, um bei Unterwasserfahrt auftretende Änderungen in der Tiefe erkennen und gegensteuern zu können. Nur so wird eine Unterwasserfahrt auf konstanter Tiefe erst machbar. Als Steuermann an

Land habe ich ob der Lichtbrechungen und der Entfernung zum Modell (oder sogar abreißendem Sichtkontakt) keine Möglichkeit, Änderungen in der Tiefe zu erkennen, geschweige denn gegensteuern zu können. Herzstück des Lagereglers ist ein Industriesensor, der jede Veränderung in mehreren Achsen erkennen kann (genutzt wird in unserem Fall allerdings nur eine). Werden ungewollte Lageveränderungen der Längsachse registriert, verändert dieser Regler die Signale für die Heckservos und steuert somit der Lageänderung des Bootes entgegen. Hierfür ist es natürlich wichtig, dass die gesamte Platine fest am Technikgerüst verbaut ist. Auch hier findet zunächst ein Anlern-Prozedere statt. Das eigentliche Gegensteuern erledigt dann die Software des Lagereglers. Ob und gegebenenfalls wie stark bei Lageveränderungen gegengesteuert werden soll, kann und muss bei jedem Modell individuell festgelegt werden. Der Lageregler enthält aber auch noch eine Tiefenregelung. Dafür ist ein weiterer auf der Platine befindlicher Sensor über ein Röhrchen mit dem Außenbordbereich verbunden. Da der Wasserdruck mit größerer Tiefe zunimmt, „weiß“ der Regler also immer, in welcher Tiefe sich das Boot momentan befindet und vergleicht dies mit dem am Sender von mir vorgegebenen Wert. Bemerkt der Regler hierbei Abweichungen, gleicht er die

se Unterschiede selbstständig aus. Der LageBSMD wird bei Überwasserfahrt vom Mehrkanalschalter automatisch deaktiviert, die Rudersignale werden dann ohne Eingriff des Reglers 1:1 an die Servos durchgereicht. Somit ergibt sich bei Überwasserfahrt ein realistischeres Fahrbild, als wenn durch den üblichen Wellengang (Längsachsenänderung des Bootes) der LageBSMD permanent gegenzusteuern versuchen würde. Sobald das Boot getaucht ist, wird der LageBSMD wieder aktiviert und greift dann bei Längsachsenregelung des Bootes wieder aktiv in die Signalkette ein. Am Regler kann man per Mehrkanalschalter (ohne dass man den Tiefenruderknuppel anfassen muss) optional bis zu drei Solltiefen vorgeben, die dieser dann durch Rudereingriffe anfährt.

FAZIT

Es gibt sicher das eine oder andere, was ich bei diesem Projekt rückblickend bestimmt anders umgesetzt hätte. Das ist aber wie immer im Leben und diese Erkenntnis dürfte jedem Modellbauer geläufig sein. Aber nach dem Projekt ist bekanntlich vor dem Projekt. Es ist nicht mein erstes und ganz sicher auch nicht mein letztes Boot.

Mein Dank gilt an dieser Stelle daher auch nochmal ausdrücklich allen, die mich bei dem Projekt mit Rat und Tat unterstützt haben.



▲ Der Mehrkanalschalter MKS lässt sich sehr komfortabel programmieren



IMPRESSUM

U-BOOT MODELLWERFT -SPEZIAL

Das führende Fachmagazin für Schiffmodellbauer

www.MODELLWERFT.de

REDAKTION

Michael Bloß (verantwortlich)
Oliver Bothmann
Susanne Braunagel

Tel.: 0 72 21/50 87-90
E-Mail: modellwerft@vth.de

GESTALTUNG

Manfred Nölle

ANZEIGEN

Kai-Christian Gaaz (Leitung)
Tel.: 0 72 21 / 50 87-61

Katja Hasenohr (Verkauf, Verwaltung)
Tel.: 0 72 21 / 50 87-62
Fax: 0 72 21 / 50 87-65
E-Mail: Anzeigen@vth.de

Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 13 vom 1.1.2006

VERLAG



Verlag für Technik und Handwerk
neue Medien GmbH
Robert-Bosch-Str. 2-4
D-76532 Baden-Baden
Tel.: 0 72 21 / 50 87-0
Fax: 0 72 21 / 50 87-52

Anschrift von Verlag, Redaktion, Anzeigen und allen Verantwortlichen, soweit dort nicht anders angegeben.

KONTEN

Sparkasse Rastatt-Gernsbach
Konto-Nr. 385500
BLZ 665 500 70
IBAN DE10665500700000385500
BIC/SWIFT SOLADES1RAS

HERAUSGEBER

Michael Essig

VERTRIEB

MZV Moderner Zeitschriften Vertrieb GmbH & Co. KG
Ohmstraße 1, D-85716 Unterschleißheim
Tel. 089/31906-0, Telefax 089/31906-113
Hefepreis: D: 9,90 € • CH: 19,80 sFr • A: 10,90 €

DRUCK



Dierichs Druck+Media GmbH & Co. KG,
Kassel
MODELLWERFT wird auf umweltfreundlichem,
chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Für unverlangt eingesandte Beiträge kann keine Verantwortung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Abbildungen an den Verlag versichert der Verfasser, daß es sich um Erstveröffentlichungen handelt und daß keine anderweitigen Copy- oder Verlagsverpflichtungen vorliegen. Mit der Annahme von Aufsätzen einschließlich Bauplänen, Zeichnungen und Bildern wird das Recht erworben, diese auch in anderen Druckerzeugnissen zu vervielfältigen.

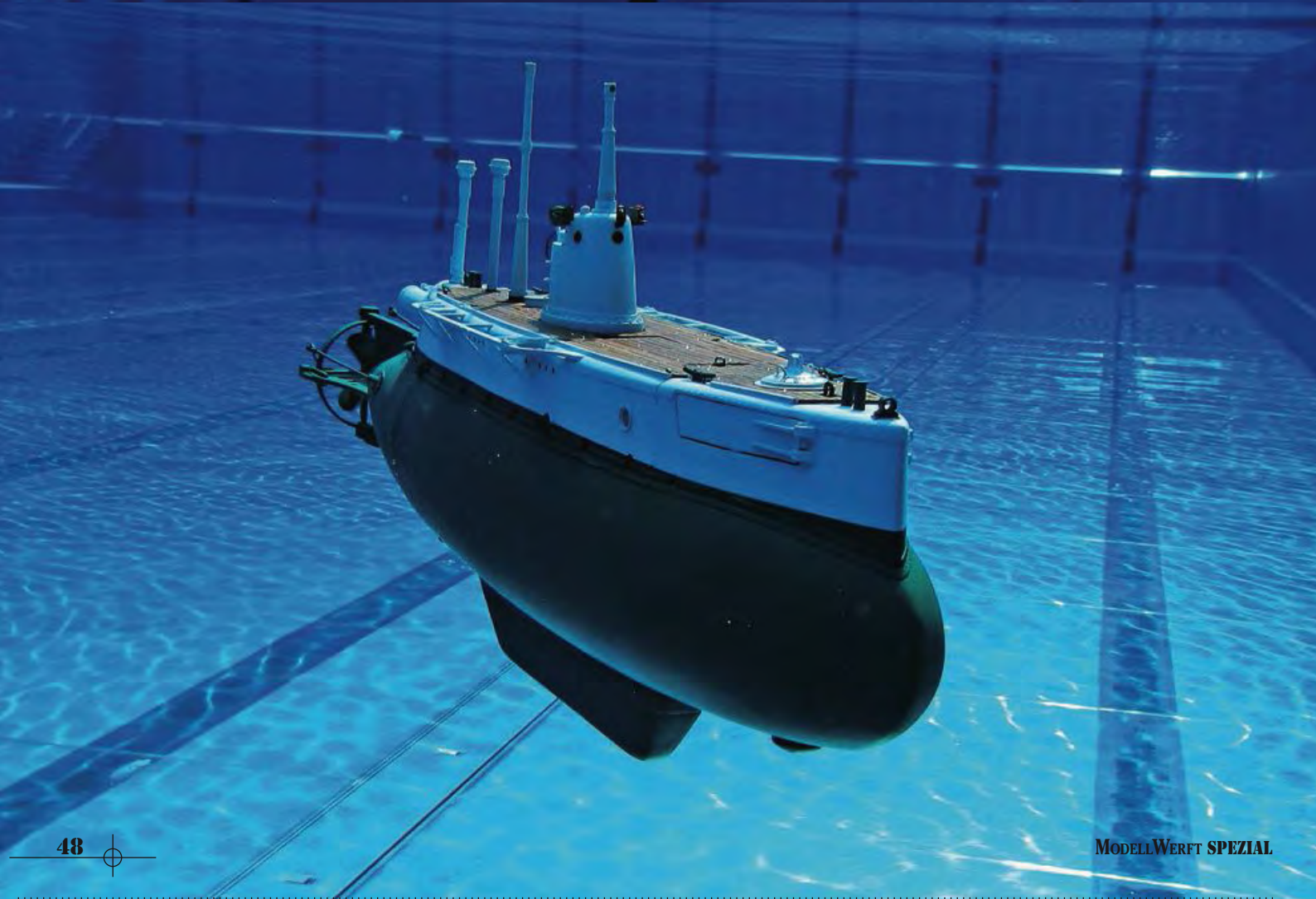
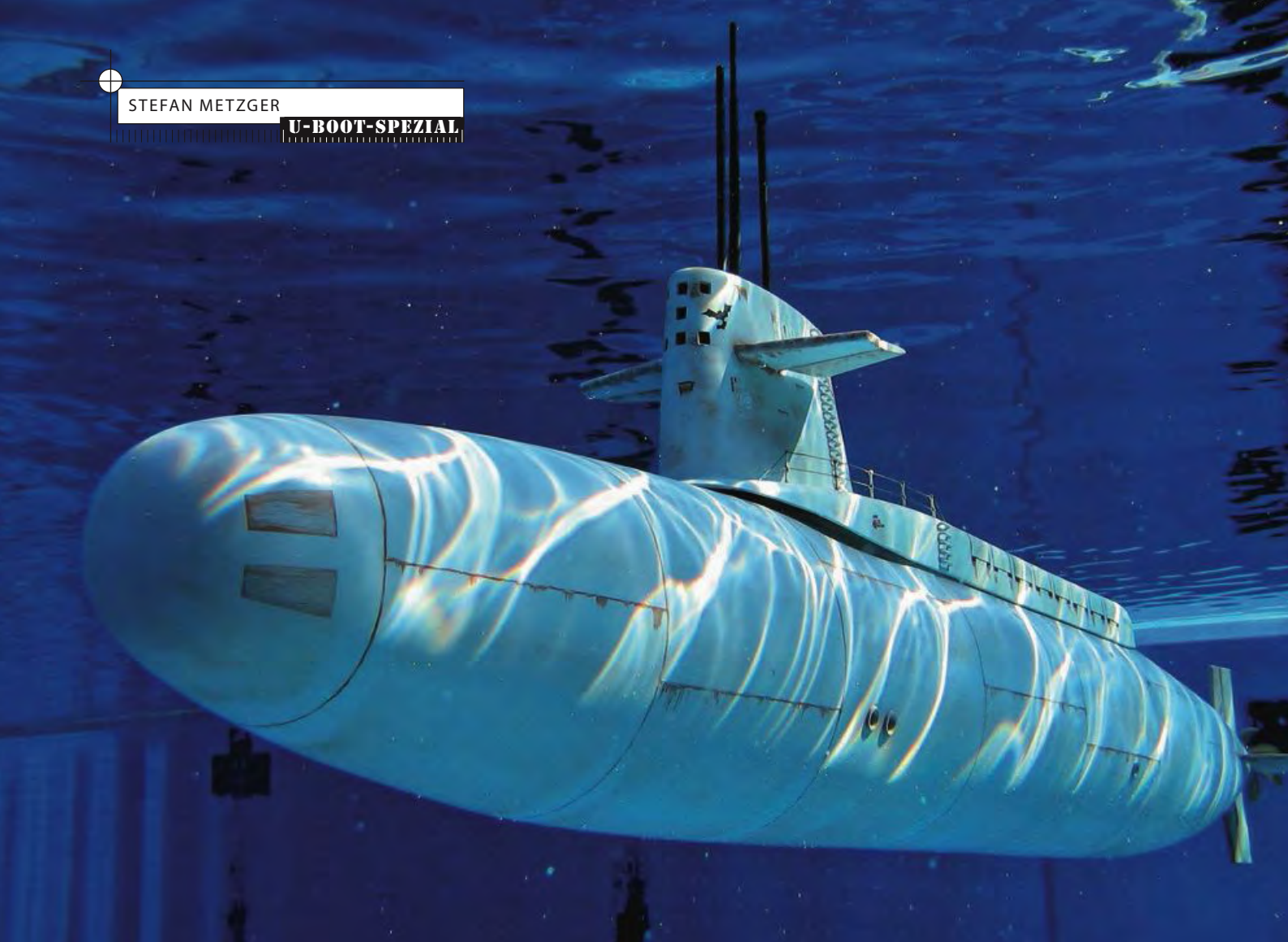
Eine Haftung für die Richtigkeit der Angaben kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernommen werden. Eventuell bestehende Schutzrechte auf Produkte oder Produktnamen sind in den einzelnen Beiträgen nicht zwingend erwähnt. Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sende- und Empfangsanlagen sind die gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Redaktion wieder.

© 2012 by Verlag für Technik und Handwerk
neue Medien GmbH, Baden-Baden

Nachdruck von Artikeln oder Teilen daraus, Abbildungen und Bauplänen, Vervielfältigung und Verbreitung durch jedes Medium, sind nur mit ausdrücklicher, schriftlicher Genehmigung des Verlages erlaubt.

STEFAN METZGER

U-BOOT-SPEZIAL





U-BOOT-IMPRESSIONEN

PROJEKT 945 – CODENAME

DER WEG ZU EINER SIERRA I IN 1:60

ICH BIN SEIT FAST 17 JAHREN IN DER MODELL-U-BOOT-SZENE AKTIV. IM SOMMER DIESES JAHRES FRAGTE MICH EIN GUTER FREUND, OB ICH IHM EINE SIERRA IM MASSSTAB 1:100 BAUEN KÖNNTE, DA ER BERUFLICH BEDINGT SEHR WENIG ZEIT HABE UND ICH JA GERNE U-BOOTE BAUEN WÜRD. ICH SAGTE ZU UND EIN PAAR WOCHEN SPÄTER BRACHTE ER MIR DANN DEN BAUPLAN. ALS ICH DEN PLAN AUSROLLTE, SAGTE ICH SOFORT: „JA DAS IST ES!“ WORAUF MEIN KOLLEGE STUTZTE UND ICH IHN NUR ANGRINSTE.

„Genauso, wie sie hier zu sehen ist, in dieser Größe“. Also Zollstock her, ausgemessen und gerechnet: Maßstab 1:60, 182 cm lang und 23 cm breit – so wollte ich diesen U-Boot-Typ für

mich bauen.. Aber zunächst sollte das Modell in 1:100 gebaut werden. Als dieses fertig war, sägte ich die Spanten aus und fädelte diese dann auf zwei M8-Gewindestangen auf. Dann wurden die Spanten ausgerichtet und alles mit PU-Schaum ausgeschäumt. Als alles trocken war, wurde ein Schleifbrett gebaut und los ging es. Der Rumpf wurde aus dem großen PU-Block geschliffen, bis das Urmodell fertig war. Dieses wurde dann mit Paketklebeband beklebt und mit drei Lagen 165er-Köpergewebe überlaminiert. Nach der Trocknung wurde der Rumpf in der Länge quer aufgetrennt und die beiden Rumpfhälften wurden zur Verstärkung noch einmal mit drei Lagen 165er-Köpergewebe von innen nachlaminiert. Im Anschluss wurden beide Hälften ausgelitert, also das Volumen mittels Wasser ermittelt. Dann kam der Schock: in beide Hälften gingen zusammen 118 Liter Wasser hinein. Das kann ich aus gesundheitli-

chen Gründen nicht mehr tragen. War wohl doch etwas zu groß – aber der Rumpf war jetzt halt da, also überlegen, was ich jetzt damit mache.

Erst einmal beide Rumpfschalen spachteln und schleifen – was für eine Prozedur. Mit Deckeltechnik wollte ich nicht bauen. Also musste es ein Zwei-Hüllen-Boot werden, das sollte auch gehen. Von der Rumpf-Hülle der oberen Rumpfschale habe ich dann Bug und Heck abgetrennt. Nachdem alles neu vermessen und ein 160er-KG-Rohr organisiert war, wurden die Werte entsprechend ausgerechnet und das Rohr auf 128 cm gekürzt. Aus 20-mm-Plexiglas habe ich dann zwei Deckel gedreht, einen mit Nut für den O-Ring, der andere wird mit dem Rohr verklebt. Zusätzlich wurden dann noch zwei Spanten aus Dibond für das Technikgerüst gedreht. Dann wurden Rumpfunterteil und das mittlere Rumpfboberteil zusammenlaminiert, das Oberdeck um den

► Die aufgefüdelten Spanten des Urmodells

► Die Zwischenräume der Spanten wurden mit PU-Schaum ausgeschäumt und alles in Form geschliffen



BARRAKUDA



Turm herum wurde abgetrennt für den späteren Einbau ausfahrbarer Periskope – außerdem kann man den Rumpf so besser laminieren.

Die Ruder wurden um 15 mm vergrößert, um einen höheren Wirkungsgrad zu realisieren da dieser bei solchen Booten (die Schraube befindet sich hinter den Rudern, weshalb diese nicht direkt angeströmt werden) nicht gerade optimal ist. Als Material habe ich Makrolon gewählt, die Ruderanlenkhebel wurden aus Messing gelötet. Anschließend wurden die Ruder profiliert und in das Heckteil einlaminiert. Die Sonarboje auf dem oberen Seitenruder habe ich aus Plexiglas-Vollmaterial gedreht und mit dem Ruder verschraubt, falls ich mal die Ruder zu Wartungszwecken ausbauen muss.

Dann ging es an den Technikeinschub. In den hinteren Plexiglasdeckel wurden fünf Löcher mit Gewinde für die Aufnahme des Rahmens gebohrt.



Ich hatte noch einen Motor der wenig Strom braucht (herzlichen Dank an Helmut Huhn), aber bei 12 V nur gute 2.000 U/min macht. Also musste ein Getriebe her. Ich hatte noch ein 1:3 Riemengetriebe, aber da die untere Riemenscheibe des Motors so groß war, musste die Welle um 9 mm höher liegen. Als das Problem behoben war, ging es mit dem Einschub des Technikgerüsts weiter. Dann kamen zwei Bleiakkus mit je 6 Volt und 12 Ah hinein. Im Anschluss wurden dann ein Tauchzylinder aus Messing mit 1,5 Liter Volumen und nochmals zwei weitere Bleiakkus 6 Volt mit 12 Ah eingesetzt. Als dieses fertig war, wurde das ganze Technikgerüst ausgerichtet, in das Rohr eingeschoben und verschraubt.

Dann wurden sämtliche Bohrungen für die Antenne, Servogestänge und Tauchpumpenstutzen vorgenommen. Anschließend habe ich vier kleine Winkel an den Deckel montiert, das Heckteil angepasst und anlaminert. Als Nächstes wurde alles in den Rumpf eingepasst und verklebt. Dann kamen die Details wie Luken, Reling und jede Menge Kleinkram. Die Flutschlitze wurden ausgefeilt und an der Rumpf-Unterschale zusätzlich mit Gittern versehen. Diese Gitter wurden aus Kaninchendraht geschnitten, eingepasst und verklebt.

Jetzt musste erst einmal alles grundiert werden. Weiter ging es mit den Details. Zuletzt musste das Boot noch ausgetrimmt werden – bis zum Wochenende blieben da noch zwei Tage, dann ist

Probefahrt. Zwei Tage später ging es zum See zur Probefahrt – mein guter Freund Tom kam dann auch aus Kassel mit seinem 1:100-Boot – und wir haben beide Boote mal richtig laufen lassen. Da aber meine Barrakuda nicht so richtig um die Kurven wollte, musste ich mir noch etwas einfallen lassen. Die nächsten Tage habe ich die Barrakuda zunächst lackiert. Dann habe ich erst das untere Seitenruder vergrößert, aber es stellte sich nach der zweiten Probefahrt heraus, dass dies noch nicht so richtig funktionierte. Jetzt war fast alles soweit fertig und dann so etwas! Nach einigen Tagen kam ich auf die Lösung, ein Querstrahlruder einzubauen. Da ich keines zur Hand hatte, musste ich selbst eines bauen. Nach zwei Abenden war es fertig und konnte ins Boot eingebaut werden, also zwei Löcher gebohrt und das Querstrahlruder eingeklebt. Die Schaltung für das Querstrahlruder habe ich mit dem Servo vom Seitenruder verbunden. Die Schaltung erfolgt über ein Servo und zwei Mikroschaltern. Einer der 6-Volt-Akkus sorgt für die Stromversorgung. Da der Motor frei im Wasser läuft, benötigt er keine Abdichtung oder Ähnliches. Die dritte Probefahrt verlief hervorragend. Es lief soweit und das Querstrahlruder dreht das 36-kg-Boot auf der Stelle. Jetzt werde ich noch die Periskope bauen, welche ich dann über einen kleinen Elektromotor ausfahren kann. Im Bugbereich bekommen die beiden kleinen Tiefenruder zudem noch eine Ausklappmechanik.

▲ Probefahrt der Sierra I in 1:100 und 1:60



▲ Einbau des KG-Rohres als innere Hülle

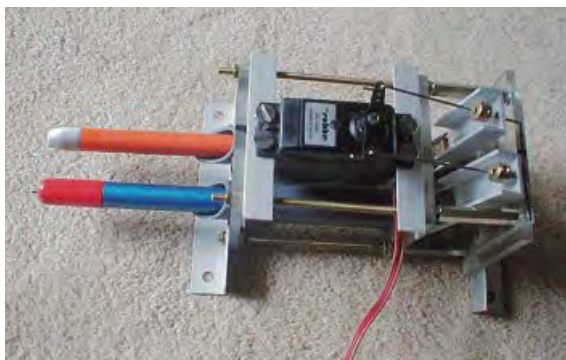


◀ Anbringen von Details

Raketenstart statt
Torpedoabschuss

WEIL ICH MICH SCHON VOR MEHR ALS 25 JAHREN FÜR MODELLTORPEDOS INTERESSIERT HABE UND VOR ALLEN DINGEN DAFÜR, WIE MAN DIESE ABSCHIESST, WERDE ICH IN DIESEM BEITRAG MEHR AUF EIN PAAR VERSCHIEDENE ABSCHUSSANLAGEN EINGEHEN.

Angefangen hatte es mit einem Elektrotorpedo im Maßstab 1:30. Aus den USA ließ ich mir eine Elektronik mitbringen, die nach einiger Zeit den Antrieb ausschaltete und einen fürchterlichen Ton von sich gab, um das Wiederauffinden des Torpedos zu erleichtern. Ich hatte damals kein Boot in einer Größe, aus dem ich den Torpedo hätte abschießen können. So baute ich eine Abschussanlage, die durch Federdruck den Torpedo aus dem Rohr ausstieß. Dabei wurde das eingebaute Reed-Relais dem Einfluss eines am Abschussgerät angebrachten Magneten entzogen und der E-Motor lief an. Nach etwa 10 Sekunden (die Zeit war durch Umlöten von Brücken wählbar) stoppte der Motor, weil die Elektronik die Stromzufuhr unterbro-



Das Torpedoabschussgerät



Torpedoausstöß aus dem Bug des 212A

MODELL-TORPE ABSCHUSSVOR

chen hatte und ich konnte nun zusehen, wie ich wieder an meinen Torpedo kam. Nach einigen Spielereien wurde das Teil dann ins Regal gestellt – das Thema war ausgereizt.

Ab jetzt wurden die Torpedos mit verschiedenen Antriebsarten immer kleiner und bald schon wurden sie in Boote eingebaut. Dafür mussten Abschussanlagen konstruiert werden, die mit der Fernsteuerung ausgelöst werden konnten.

Als Nächstes wurden gasangetriebene Torpedos erprobt. Dazu eignete sich vorzüglich Feuerzeuggas. Dieses Gas war in einer Kartusche im frei durchfluteten Raum deponiert. Durch eine Leitung mit elektrischem Absperrventil wurde der Torpedo von achtern durch die Ausstoßdüse gefüllt und bei genügend Druck ausgestoßen. Das Ganze funktionierte wohl recht gut, riss mich aber nicht wirklich vom Hocker.

Ersetzt wurde nun das Flüssiggas durch CO₂ – Junge, jetzt ging die Post aber ab! Allerdings war dies recht gefährlich wegen des hohen Druckes und der hohen Ausstoßgeschwindigkeit. Sehr schnell legte ich diese Technik ad acta. Leider habe ich aus dieser Zeit keine Fotos, sie wären sicher interessant und würden die Gefährlichkeit verdeutlichen. Von den Torpedos ließ ich erst einmal

ab und widmete mich wieder mehr dem U-Boot-Modellbau. Erst beim Bau der *Walrus* juckte es wieder und ich beschloss, einen abschussfähigen Torpedo einzubauen und kehrte wieder zum Flüssiggas zurück. Aber diesmal anders: der Torpedo wurde von vorne durch ein Feuerzeugventil gefüllt und achtern mittels Pneumatikkupplung abgedichtet. Diese Kupplung wurde durch ein Servo getrennt und der Torpedo schoss durch den Rückstoß des ausströmenden Gases nach vorn aus dem Rohr und ins freie Wasser. Bei der *Walrus* wurden keine Torpedoklappen im Bug geöffnet, sie blieben offen.

Noch aus der Planungsphase für das Abschussgerät fällt mir eine Episode ein, die beinahe ein böses Ende genommen hätte. Bei einem Modell-U-Boottreffen in Neckarzimmern stellte uns der Campingwart zeitweise den Pool zur Verfügung. Während dieser zweimal eine Stunde durfte kein Campinggast den Pool benutzen – er gehörte uns. Ich hatte vor, die fertig gebaute Abschussanlage zu testen und das sollte mit einem Video dokumentiert werden. Mein Freund Klaus Dilger nahm die Unterwasserkamera und ich die geladene Abschussanlage. Auf Zuruf tauchten wir beide ab. Dabei geriet ich unkontrolliert an den Auslöser. Der



Zwei Torpedos aus den Anfängen der Entwicklung

TORPEDOS UND IHRE RICHTUNGEN

Torpedo schoss aus einer Tiefe von ca. 30 cm aus dem Rohr, durchbrach die Wasseroberfläche und flog etwa 20 m durch die Luft. Nach der ersten Verblüffung kamen von überall die Kommentare: „Super, Dietmar, die Rakete flog mit einem Schweif, wie eine echte. Klasse gemacht“. Etwas kleinlaut gab ich zu, eigentlich einen Torpedo und keine Rakete entwickelt zu haben. Plötzlich stand ein junges Paar vor mir und beschwerte sich lautstark über meinen gefährlichen Unfug. Sie hatten eng umschlungen am Rande des Pools gestanden und dem Treiben zugeschaut. Die Rakete sei, so erzählten sie, sehr dicht an ihren Köpfen vorbeigeflogen. Immer wieder hört man von Nichtmodellbauern über unser Hobby den abwertenden Ausdruck „Spielzeug“ – ist es wohl doch nicht!

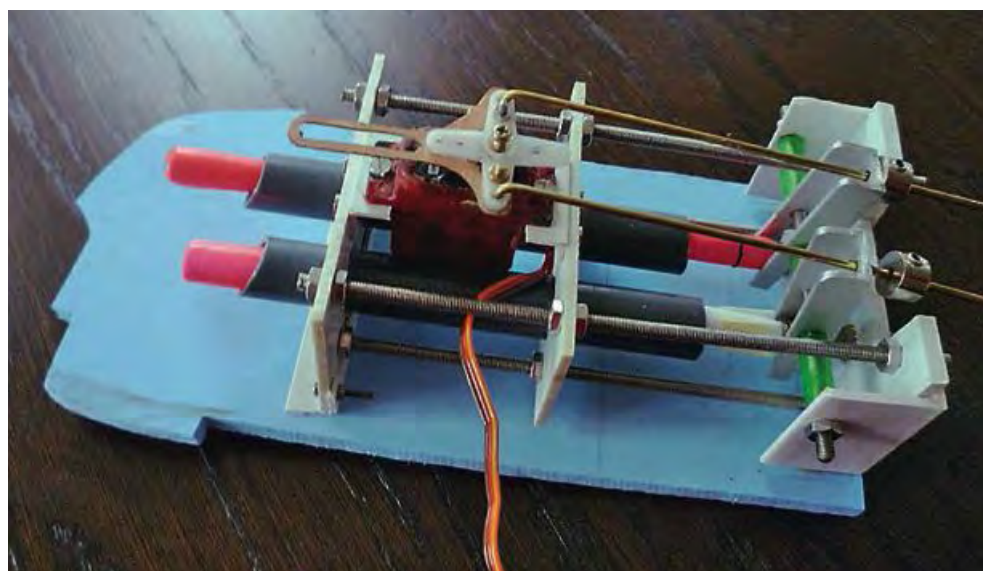
Mit dem Umbau des VIIc-Bootes von Revell zum fahr- und tauchfähigen Modell sollte auch ein Torpedo abgeschossen werden können. Aber jetzt wieder einmal ein elektrischer nach Bauart von Werner Kruse. Auch sollte die Torpedoklappe mit dem Servo geöffnet und geschlossen werden. Aber wie? Zwei Servos, und mögen sie noch so klein sein, sind zu viel. Bei richtiger Anwendung kann das ein Servo auch. Mit dem ersten Halbweg des Servoar-

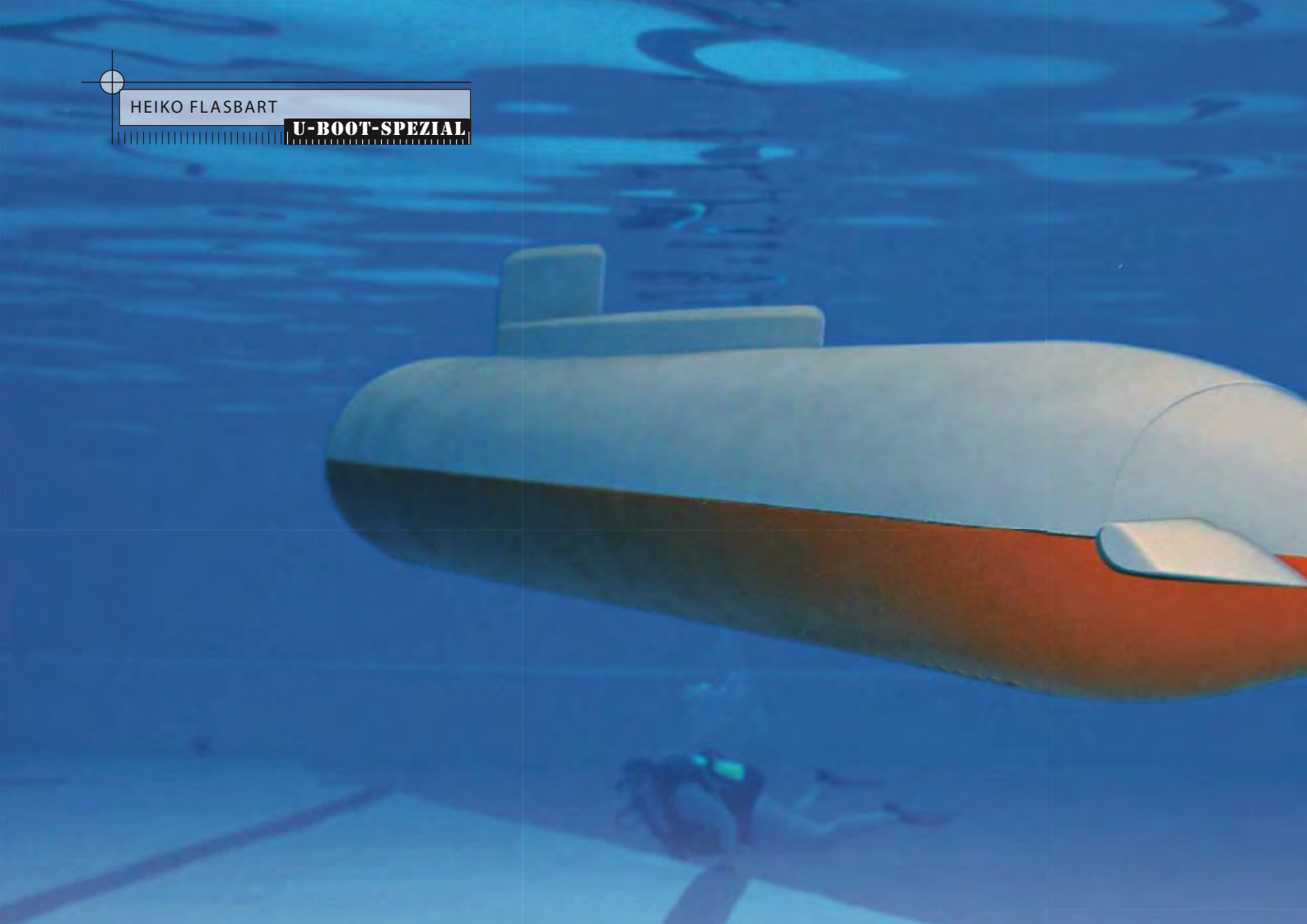
mes öffnet sich die Klappe und mit der zweiten Hälfte wird der Torpedo ausgelöst. Mit einer selbst gewickelten Feder aus Edelstahl wird der Torpedo nach vorne gedrückt und verlässt das Magnetfeld, das den Motor gestoppt hält: Mit eigenem Antrieb schwimmt er dann nach etwa 30 cm an die Oberfläche, weil er ja gerade noch schwimmen muss. Spätestens jetzt wird es Zeit, ihn wieder einzufangen. Gelingt das nicht, dann fährt und fährt und fährt er, bis der kleine LiPo tiefentladen ist und erneuert werden muss. Dann werden

wieder 15 Euro fällig – ein teurer Gag, wie ich finde. Bei einem Treffen bei Dinslaken wollte Gerhard Faust seinen kleinen Elektrotorpedo vorführen. An dem Kiesteich suchten wir eine kleine Bucht, wo wir den Torpedo auch bestimmt wieder bekommen würden. Gesagt, getan – ein einziges Blatt, das auf der Wasseroberfläche schwamm, suchte sich unser Torpedo aus, um seinen Kurs zur Mitte des Gewässers zu ändern.

Beim 212A im Maßstab 1:72 war auch eine Torpedoabschussanlage vorgesehen – und sie ist auch schon in den Bug eingebaut. Ich bin wieder auf Gas umgestiegen, weil ich mal eine Rakete abschießen wollte. Das Originalboot kann das ja. Die Anlage wurde in das Bugteil eingebaut und probenhalber im Pool ausprobiert. Das war was, so sollte sein. Aber, an fast jeder Sache ist ein Haken und ich hatte wieder mal einen erwischt. Die Anlage war in den Ausmaßen zu groß. Sie passte sauber in das Boot, dafür aber der Akku und der Empfänger nicht mehr. Die Anlage kleiner bauen ging nicht, weil die Torpedos eine gewisse Größe haben mussten, damit der Auftrieb sie gerade noch schwimmen ließ. Es sollte wohl nicht sein. Also wurde wieder einmal umgedacht und auf die kleineren Elektrotorpedos zurückgegriffen. Die Klappentechnik konnte so bleiben, aber das Abschussgerät war ein Anderes. Ein Servo öffnet wieder mit dem halben Armweg die Klappen und der zweite Armweg schiebt den Stoppmagneten vom Torpedo. Der Torpedo wird nicht ausgestoßen, sondern gleitet mit eigenem Antrieb aus dem Boot ins Freie.

▼ Eine zweite Version des Torpedoabschussgerätes auf einem Versuchsträger





IRGEND EIN U-BOOT

RUMPF FÜR EINEN TECHNIKVERSUCHSTRÄGER

Da ich noch nie etwas Derartiges hergestellt habe, wurden zunächst erst einmal Bücher und diverse Internet-Foren nach Tipps zum GFK-Bau durchforstet. Nachdem mir im Groben klar war, was auf mich zukommen könnte, habe ich mir Gedanken zum Aufbau des Rumpfes gemacht. Ziel war es, die vorhandene Technik möglichst umfangreich weiter verwenden zu können. Die Grundform des Rumpfes sollte dabei so einfach wie möglich sein. Also keine Satteltanks, Nieten usw. Gesucht wurde ein reines Zweckmodell ohne reales Vorbild (daher auch der Titel dieses Beitrags). Weiterhin sollten verschiedene Rümpfe mit unterschiedlichen Aufbauten ohne viel Aufwand herzustellen sein. Ein weiteres Ziel war es, das komplette Technikgerüst mit Druckkörper möglichst einfach und ohne großen Aufwand in die verschiedenen Rümpfe einhängen

MEIN EINSTIEG IN DEN U-BOOT-MODELLBAU WAR EIN EINFACHES PVC-ROHR MIT LEITWERKSTRÄGER UND STUMPFER NASE. DAS ROHR WAR NUR ALS VERSUCHSTRÄGER GEDACHT, UM VERSCHIEDENE KOMPONENTEN, WIE Z.B. GESTÄNGE- UND WELLENDURCHFÜHRUNGEN SOWIE TAUCHTANKS ZU TESTEN. NACHDEM ALLES ZU MEINER ZUFRIEDENHEIT FUNKTIONIERTE, SOLLTE UM DIE TECHNIK HERUM EIN HALBWEGS GUT ANZUSEHENDER RUMPF GEBAUT WERDEN.

zu können. Ein also weitestgehend modulares System.

Damit war klar, dass für den Rumpf und die Aufbauten getrennte Formen hergestellt werden mussten. Soweit meine Vorstellung, könnte ich dann ohne großen Aufwand weitere Aufbauten herstellen, ohne dass ich komplett

ein neues U-Boot entwerfen müsste. Nach verschiedenen Spielereien am Rechner stand der Entwurf fest. Der Anschluss der Antriebswelle soll dabei über eine Schiebemuffe und die Verbindung der Gestänge über Magnete erfolgen. Der Raum zwischen Druckrohr und Rumpf ist frei durchflutet.



BAU DER URMODELLE

Zunächst stand weitere Zeichenarbeit am PC an, um die Größen der Spanten zu erhalten. Die Spanten aus 8-mm-Pappelsperholz wurden auf eine M8-Gewindestange aufgefädelt und mit Muttern in ihrer Position gehalten. Über diese Länge hängt die Gewindestange ein wenig durch. Die ersten Leisten wurden daher geklebt, während die Spanten ausgerichtet auf der Werkbank lagen. Es bedurfte nur weniger Leisten, bis die Konstruktion stabil genug war, um frei drehend aufgehängt zu werden. Die Leisten wurden übrigens aus 3 mm dicken Balsabrettchen mit einem einfachen Leistenschneider geschnitten und sind 7 mm breit.

Bug- und Heckbereich wurden nicht beplankt, sondern aus einzelnen Balsascheiben hergestellt. Weil die Krümmung im Bugbereich sehr stark ist, wurden die Enden der Leisten in einer aus Pappelsperholz geklebten Klemmvorrichtung gehalten. Damit ergab sich später ein harmonischer Bogen.

Die Leisten wurden mit Ponal Express geklebt und mit Stecknadeln gehalten. Dadurch war ein zügiges Arbeiten möglich. Als alles beplankt und getrocknet

war, wurden die Leisten im Bug- und Heckbereich abgesägt und die Enden des Rumpfes verschliffen.

Für den Bug wurden Balsascheiben aus 5-mm-Balsabrettchen nach Zeichnung grob ausgesägt, miteinander verklebt und nach der Trocknung in die Drehmaschine eingespannt. Anschließend wurde das Bugteil sauber in der Maschine verschliffen.

Nachdem das Bugteil an den Rumpf geklebt war, hieß es schleifen. Ich verwende hierfür für die groben Arbeiten hochwertiges Schleifpapier mit der Körnung 40, welches auf entsprechenden Schleiflatten mit doppelseitigem Klebeband geklebt wird. Die Feinarbeiten erfolgen dann mit Schleiflatten verschiedener Körnungen. In der Regel reicht hier eine Körnung 80 aus.

Der Balsarumpf wurde nun mit GFK beschichtet. Ich habe hier Epoxydharz L und Härter L von R+G, sowie zwei Lagen Glasgewebe mit jeweils 163 g/m² Körperbindung verwendet.

Als Nächstes wurden der Turm und das Zwischendeck gezeichnet. Die Zeichnung wurde gedruckt und mit einem Klebe-Stift auf Pappelsperholz geklebt. Nun konnten die Schablonen ausgesägt und die Umrisse auf 8-mm-Balsaholz übertragen werden.

Turm und Zwischendeck wurden probeweise auf den Rumpf gelegt, um die Proportionen zu überprüfen. Jetzt sah es für meine Begriffe schon ein wenig nach U-Boot aus.

OBERFLÄCHEN-BEHANDLUNG

Turm und Zwischendeck wurden nun komplett mit jeweils zwei Gewebelagen Leinenbindung 49 g/m² beschichtet. Nach drei Tagen Härungszeit wurde alles mit 80er-Schleifpapier geschliffen und anschließend mit Füllspachtel gespachtelt. Beide Bauteile wurden dann mit 100er-Schleifpapier verputzt. Anschließend wurden Turm und Zwischendeck mit Stabilit Express verleimt. Nachdem der Kleber ausgehärtet war, konnte die Naht zwischen den Bauteilen verspachtelt werden.

Turm und Zwischendeck sollten später unten offen sein. Ich habe daher die Bauteile auf ein Brett geklebt. Anschließend wurde alles mit Filler von Dupli-Color grundiert. Nachdem der Filler zwei Tage getrocknet war, wurde das Bauteil abschließend mit 600er-

Schleifpapier nass verschliffen und dann mit hochglänzendem Rallylack von Dupli-Color lackiert. Jetzt waren die Aufbauten fertig zum Abformen.

Beim Rumpf bin ich genau anders vorgegangen. Wegen der großen Oberfläche habe ich zunächst mit Spritzspachtel (Dupli-Color) gearbeitet. Nach zwei Tagen wurde der Spachtel mit 400er-Papier nass verschliffen. Anschließend wurden die letzten Unebenheiten mit Feinspachtel auf Polyester-Basis von Presto ausgeglichen.

Zunächst muss noch die Gewindestange entfernt und die Rumpffenden modelliert werden. Danach wurde alles noch einmal mit Spritzspachtel behandelt und dann mit Filler grundiert. Bug und Heck wurden mit Balsascheiben beklebt, verschliffen, mit GFK beschichtet, gespachtelt und gefillert. Am Heck bestanden die letzten beiden Scheiben aus Pappelsperholz. Hier sollte später eine Schraube eingedreht werden, an der der Rumpf zum Lackieren aufgehängt wurde.

Der Rumpf als Urmuster war nun fertig grundiert und konnte lackiert werden. Als Lack verwendete ich wieder den hochglänzenden Rallylack von Dupli-Color.

FORMENBAU

Nun wurde ein Formenkasten aus 16-mm-Spanplatte hergestellt. Die Trennebene besteht aus einer beschichteten Platte. Ist der Formenkasten und die Haupttrennebene fertig, kann der Ausschnitt für den Rumpf gesägt wer-

▼ Ideale Foto-
bedingungen
für die Sport-
taucher



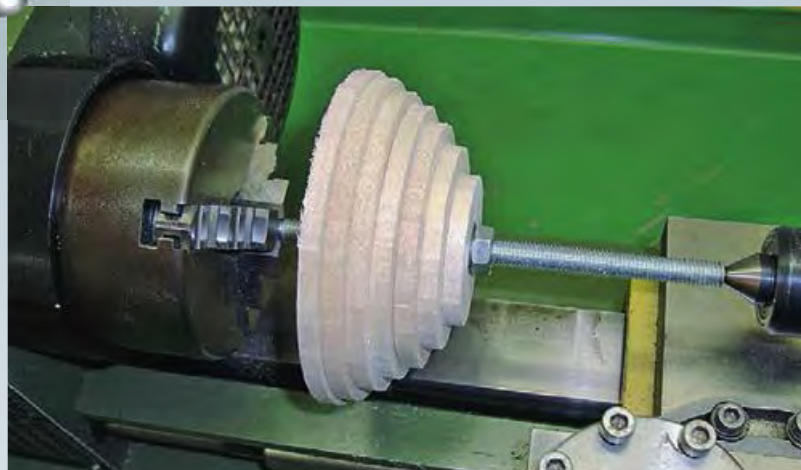
▼ 3D-Computerkonstruktion
des Rumpfes, hier bereits
mit eingebautem
Technikträger



▲ Die Spanten aus Pappelsperholz wurden auf eine Gewindestange aufgefädelt



Im Bugbereich wurden die Leisten in einer Klemmvorrichtung gehalten



Das Bugteil entstand aus mehreren Schichten 5-mm-Balsabrettchen



Die einzelnen Lagen des Turms und des Zwischendecks wurden auf Balsaholz übertragen ...



... und schon einmal provisorisch auf den Rumpf aufgelegt

▼ Fertig ver-
schliffener Bug
des Urmodells

den. Das Urmuster habe ich mit Gewichten fixiert, sodass ich die Umriss des Rumpfes auf die beschichtete Spanplatte übertragen konnte. Nachdem der Ausschnitt für den Rumpf mit der Stichsäge hergestellt war, habe ich zur Fixierung des Urmus-

ters Feinputz (Hagalith) verwendet. Mit einer Frischhaltefolie als Trennmittel kann hierbei nichts passieren. Der Rumpf wurde vorher gut mit Wachs von R&G und PVA behandelt. Anders als beim Turm habe ich die Trennfuge hier mit Spachtelmasse

verschlossen und anschließend verschliffen. Das macht zwar enorm viel Arbeit, lohnt sich jedoch auf jeden Fall. Im Gegensatz zum Plastilin erhält man absolut saubere Trennfugen. Nur die Hilfstrennebene wurde zum Rumpf hin mit Plastilin verschlossen.



Turm und Zwischendeck
fertig zum Abformen



Übertragung der Umrisse des Urrumpfes auf die Platte der Trennebene



◀ Zur Befestigung des Urrumpfes wurde Feinputz verwendet

▼ Vorbereitung für die Fertigung der Form



Durch die Verwendung von Frischhaltefolie als Trennmittel kann nichts passieren



Bei der Herstellung der Form habe ich mich exakt an die Empfehlungen von R&G gehalten. Zunächst habe ich schwarz eingefärbtes Formenharz aufgetragen. Im Anschluss wurden sofort in die noch feuchte Masse 3-mm-Glasfaserschnitzel gestreut. Nach ca. einer Stunde beginnt die Gelierphase. Überflüssige Schnitzel wurden dann mit dem Staubsauger entfernt. Danach erfolgte die Aufbringung der Kuppelungsschicht, bestehend aus Harz, Baumwollflocken und 3-mm-Glasfaserschnitzel. Das Füllmaterial wurde im Verhältnis 50/50 beigemischt.

Die erste Formhälfte war fertig, die Entformungshilfen und Paßdübel wurden mit 5-Minuten-Epoxi fixiert, nachdem die Hilfstrennebene entfernt ward. Nun hatte die Haupttrennebene ihren Zweck erfüllt und wurde entfernt. Das ganze Bauteil wurde umgedreht und der Rest gut mit Trennmittel behandelt. Als Formbegrenzung habe ich Balsaleisten verwendet. Die lassen sich nach der Aushärtung einfach mit einem Bandschleifer entfernen. Man erhält so ohne viel Aufwand einen sauberen Formenrand.

Nach dem Entformen des Urmusters habe ich die Ränder der Formen noch mit Harz versiegelt. Alle drei Teile dieser Rumpfform wurden wie folgt laminiert: einmal Körperbindung 163 g/m², einmal Körperbindung 280 g/m², fünf Lagen Glasrovinglewebe 580 g/m², einmal Körperbindung 280 g/m², einmal Körperbindung 163 g/m². Damit ist der Laminataufbau symmetrisch und verzieht sich hoffentlich nicht.

Die Formen für die Ruder und den Aufbau wurden auf die gleiche Art hergestellt.

LAMINIEREN DES RUMPFES

Nachdem die Form fünf Mal mit Grundierwachs und anschließend mit PVA behandelt wurde (über Nacht trocknen lassen), wurde weiß eingefärbtes Deckschichtharz eingebracht. Nach ca. drei Stunden beginnt die Gelierphase und die erste Lage Gewebe kann eingebracht werden.

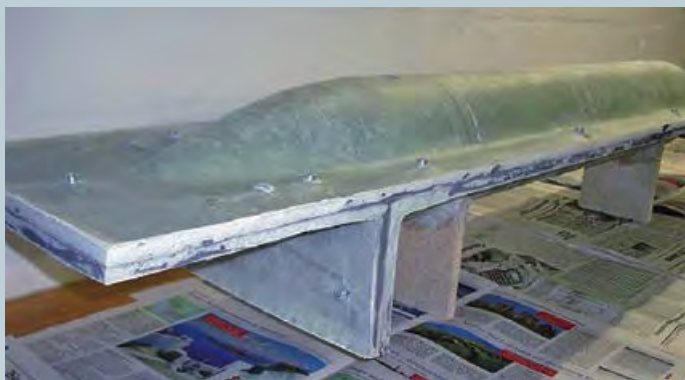
Beide Formenteile für die untere Rumpfhälfte wurden getrennt voneinander mit Gewebe versehen. Der La-

genaufbau ist wie folgt: weiß eingefärbtes Deckharz, einmal Körperbindung 163 g/m², vier Lagen Körperbindung 280 g/m², einmal Körperbindung 163 g/m².

Erst wenn alle Lagen eingebracht sind, werden die Formenteile für die untere Rumpfhälfte miteinander verbunden. Die Naht wird dann mit einem Baumwollflockenbrei eingestrichen und erhält abschließend noch eine Lage Gewebekband. An den Stellen, wo später noch Teile eingeklebt werden, wird Abreißgewebe in das noch nasse Laminat gelegt.

Die Ruder wurden in einer GFK-Form gegossen. Hierbei wurde das Harz mit Baumwollflocken und 3-mm-Glasfaserschnitzel je zur Hälfte vermengt und die Ruderwelle in den Harzbrei gedrückt. Anschließend wurden die Formenhälften verschraubt und so das überflüssige Harz aus der Form gepresst.

Nun wurde der Turm mit Aufbauten an den Rumpf angepasst. Hierzu habe ich auf den Rumpf Schleifpapier geklebt, um dann die Aufbauten exakt an die Rumpfform anpassen zu können.



▲ Die fertige Form für den Rumpf



▲ Anpassung von Turm und Zwischendeck an den Rumpf durch Schleifpapier

Nachdem alles passt, wurde der Turm mit dem Rumpf verklebt. Zunächst wurde der Aufbau wieder mit Stabilit Express fixiert. Nach dem Aushärten habe ich zur Sicherheit die Naht zwischen Aufbau und Rumpf von innen noch mit einem Harz/Baumwollflockengemisch verstärkt.

LACKIERVERSUCHE

Eine Osterhaseninvasion brachte mich auf die Idee, eine passende Antwort auf die eierlegenden Gesellen zu liefern. Meine Antwort sollte auch gleich als Spritzprobe dienen.

▼ Erste Fahrerproben über Wasser

Es handelt sich hier um 6-mm-Papelsperholz, welches mit GFK und Deckharz behandelt wurde. Ich woll-

te somit die gleichen Bedingungen schaffen, wie sie später beim U-Boot vorliegen werden. Die erste Seite wurde mit Plasticprimer von Dupli-Color grundiert. Für den roten Teil verwendete ich Revell-Farben, die mit dem Airbrush aufgebracht wurden. Der graue Teil ist mit Revell-Farben gestrichen worden. Die Kehrseite wurde mit Geckler-Multigrund grundiert und anschließend mit Schmincke-Farben Aero-Color gebrüst.

Beide Seiten erhielten eine abschließende Lackierung mit Rallye-Klarlack matt von Dupli-Color. Momentan steht das Probestück im Garten und muss seine Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse und die Ent-



▲ Die beiden Rumpfteile werden getrennt laminiert ...
... und erst dann zusammengefügt ▼



fernungsversuche meiner Frau unter Beweis stellen ...

TECHNIKERÜST

Nun war es an der Zeit, an die Technik zu denken. Alle Komponenten wurden in einem konventionellen Technikgerüst verbaut. Über dieses Gerüst wurde einfach ein PVC-Rohr geschoben. Das hintere Schott wurde mit einem O-Ring gegen das Rohr abgedichtet. Das vordere Schott ist mit dem Druckrohr fest verklebt.

Kurz zur Technik: Der Tauchtank ist ein Kolbentank und kann 970 ml Wasser fassen. Als Spannungsversorgung verwende ich nur einen Akku mit 12 V und 4.200 mAh. Die Stromversorgung

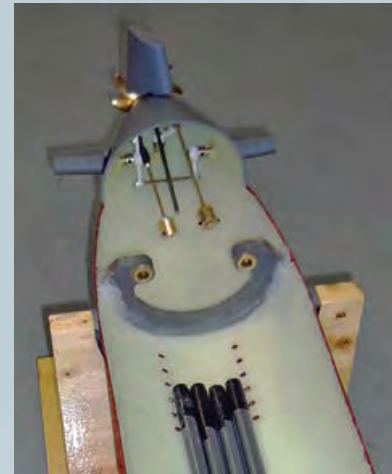




▲ Hier zu sehen die Verbindung der Technik mit den Einbauten im Rumpf. Unten der Filter für das Wasser aus dem Aquarienbedarf



Vordere (▲) und hintere Halterung (►) der Technik im Rumpf. Unten die mit Blei gefüllten Ballastrohre



wird über einen Stecker realisiert. Es befindet sich kein Schalter im Boot. Die Elektronik wird über eine separate BEC-Stromversorgung aus dem Fahrakku mit Energie versorgt. Bisher hatte ich damit keine Probleme. Man muss nur darauf achten, dass die BEC-Schaltung entsprechend leistungstark ist, da die automatische Tiefenregelung enorm viel Strom verbraucht. Die BEC-Schaltungen aus den Fahrtreglern sind nicht ausreichend.

MONTAGE

Die Halterungen für das Druckrohr wurden mit einem Harz- und Baumwollflockengemisch in den Rumpf geklebt. Im vorderen Bereich wurde auf die gleiche Weise noch eine M3-Gewindestange aus Messing befestigt, um den Rumpf später fest verschließen zu können. Hier ist auch die vordere Halterung des Druckrohres zu erkennen. Damit das Druckrohr immer exakt an der gleichen Position im Rumpf montiert wird, sind in der hinteren Halterung zwei Passdübel aus Messing verklebt.

TRIMMUNG

Das Boot passt gerade soeben in unsere Badewanne. Meine Frau wurde vorsichtshalber ausquartiert und alles Störende aus dem Bad entfernt. Die Trimmung selbst ist recht einfach. Der Tank wird voll geflutet, und solange Blei in

den Rumpf verbracht, bis das Boot im Schwebezustand ist und dabei gerade im Wasser liegt. Danach habe ich noch einmal 80 g Blei zusätzlich beigegeben. Damit kann das Boot sicher auf Grund gelegt werden.

FAHRPRAXIS

Mit reichlich Adrenalin im Blut ging es zum ersten Fahrversuch an den Teich. Druckrohr über die Technik geschoben, das Ganze über die Passdübel in den Rumpf gehängt. Magnete der Gestänge verbunden und Schiebemuffe über die Welle. Wasserfilter rein, Rumpfberteil aufgesteckt und gesichert. Das Boot ist innerhalb einer Minute tauchklar – nur ich nicht. Da mir jetzt klar wird, dass ich gleich zwei Jahre Entwicklung und Bautätigkeit versenken könnte, brauche ich erst einmal eine Pause. Schließlich ringe ich mich durch und übergebe mein Boot seiner Bestimmung.

Die ersten Fahrversuche laufen voll zu meiner Zufriedenheit. Mit etwas Gas nimmt das Boot gut Fahrt auf. Der Wenderadius ist erstaunlich klein. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit unterschneidet der Bug und die Schraube zieht Luft. Genau wie bei den echten Booten dieser Form ist auch mein Modell aufgetaucht kein Rennboot.

Nachdem ich mich an das Fahrverhalten gewöhnt habe, wird der Tank soweit geflutet, bis der Turm gerade noch aus



dem Wasser schaut. Jetzt ist das Boot wesentlich agiler und es macht eine Menge Spaß, damit richtige Wellen auf dem Teich zu erzeugen. In Ufernähe lege ich das Boot in ca. 1,5 m auf Grund. Nachdem keine Blasen zu erkennen sind, wird das Boot auf Seehorhtiefe ausgependelt. Im Freigewässer ist dies meine liebste Art zu fahren. Es ist einfach toll, wenn das Boot auf Periskoptiefe tariert ist und das Sehrohr mit hoher Geschwindigkeit durchs Wasser schneidet.

Einige Tage später erfolgte ein ausgiebiger Test im Schwimmbad. Was für den ortsansässigen Tauchverein zum Fototraining auf ein bewegliches Ziel ideal war, lieferte mir schöne Unterwasserbilder.

Weitere Fragen beantworte ich gerne, die Kontaktaufnahme ist über die Redaktion möglich.

▲ Osterhase vs. U-Boot – natürlich nur als ernsthafter Lackierversuch ...

▼ Das Technikgerüst des Modells



Immer die richtige Technik im Blick!

Gießtechnik & Silikonformbau I

Werkstoffe
Urmodelle
Silikonformenbau
Verarbeitung von Silikon
Gießtechniken
Ausformen

Laufzeit: ca. 60 min
Best.-Nr.: 620 1141



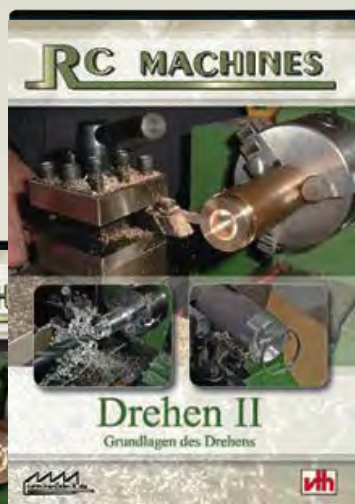
Gießtechnik & Silikonformbau II

Werkstoffe
Massivguss
Stempelguss
Guss von Kleinteilen
Mehrteiliger Guss
Hohlkörperguss
Eindicken von Silikon

Laufzeit: ca. 60 min
Best.-Nr.: 620 1142

Vorteilspaket:
Gießtechnik...I+II
NUR 27,50 €
Best.-Nr.: 700 0050

Vorteilspaket:
Fräsen I und II
NUR 27,50 €
Best.-Nr.: 700 0039



Laufzeit: 52 min
Best.-Nr.: 621 1227

Laufzeit: 54 min
Best.-Nr.: 621 1228

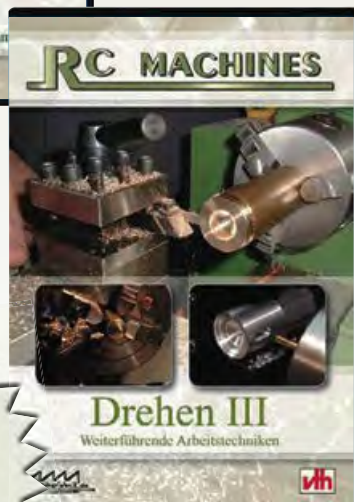


Laufzeit: 43 min
Best.-Nr.: 6211162

Laufzeit: 42 min ▲
Best.-Nr.: 6211161

Laufzeit: 46 min
Best.-Nr.: 6211163 ►

Vorteilspaket:
Drehen I bis III
NUR 39,90 €
Best.-Nr.: 700 0038



Drehen und Fräsen in Anwendung

Vom Bauplan zum fertigen Objekt

Diese DVD zeigt die Anwendung der Basistechniken des Drehens und FräSENS an komplexen Bauteilen

Laufzeit: 76 min
Best.-Nr.: 6211291 ►



Bestellen Sie jetzt! Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH

BESTELLSERVICE

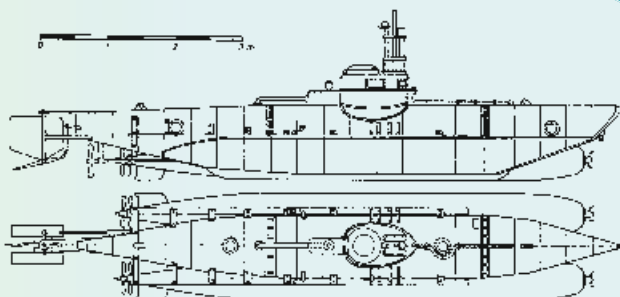
D-76532 Baden-Baden · Tel.: + 49 07221 5087 22 · Fax: + 49 07221 5087 33
E-Mail: service@vth.de · Internet: www.vth.de

BAUPLÄNE

aus dem



-Programm



Klein-U-Boot Biber

Länge: 750 mm, Breite: 98 mm

Sehr detaillierter Plan nach dem Vorbild von Biber 105 im Imperial War Museum (in engl. Sprache)

Best.-Nr.: 321 6358 • Preis: 20,50 €

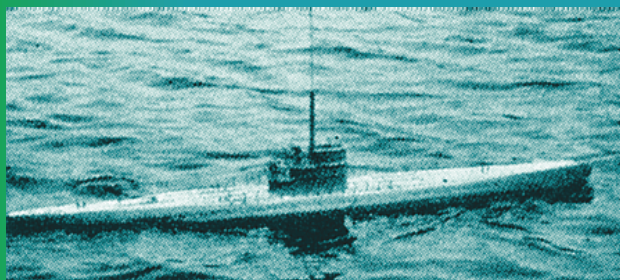


SPOOK

Länge: 515 mm, Breite: 70 mm

Bauplan eines einfachen, dynamisch tauchenden Modell-U-Bootes in Balsa-Sperrholz-Bauweise, ideal als erstes U-Boot-Modell. Mit Bildern, Skizzen und Erläuterungen

Best.-Nr.: 320 4156 • Preis: 16,00 €

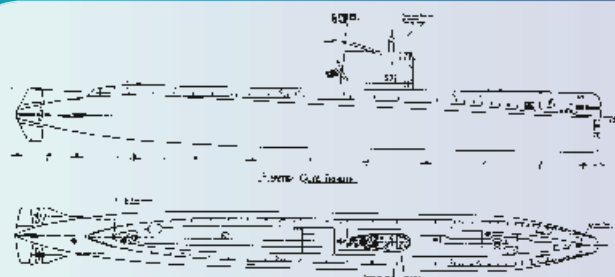


Typ IX C

Maßstab: 1:100, Länge: 970 mm, Breite: 110 mm

Sehr einfacher Modellplan mit Bauanleitung

Best.-Nr.: 320 0163 • Preis: 16,00 €

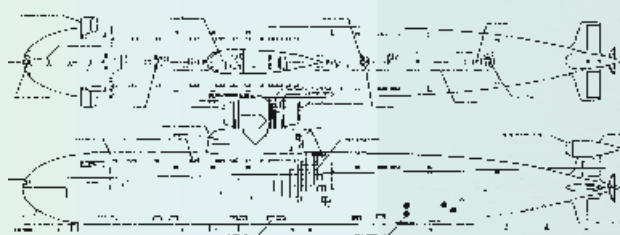


U.S.S. Nautilus

Maßstab: 1:100, Länge: 914 mm, Breite: 87 mm

Modellplan mit Farbangaben, Spanten auch in 1:50 gezeichnet, Bug- und Heckansicht

Best.-Nr.: 320 4018 • Preis: 28,00 €



Sierra-Klasse

Maßstab: 1:96, Länge: 1.118 mm, Breite: 134 mm

Detaillierter Plan des bekannten sowjetisch/russischen U-Boot-Typs (in engl. Sprache)

Best.-Nr.: 321 6614 • Preis: 25,70 €



Typ VII C

Maßstab: 1:50, Länge: 1.336 mm, Breite: 123 mm

Modellplan mit Spantenriss und Linienriss

Best.-Nr.: 321 4963 • Preis: 20,00 €



Alfa-Klasse

Maßstab: 1:72, Länge: 1.100 mm, Breite: 135 mm

Detaillierter Plan des berühmten sowjetisch/russischen Jagd-U-Boot-Typs (in engl. Sprache)

Best.-Nr.: 321 6594 • Preis: 25,70 €



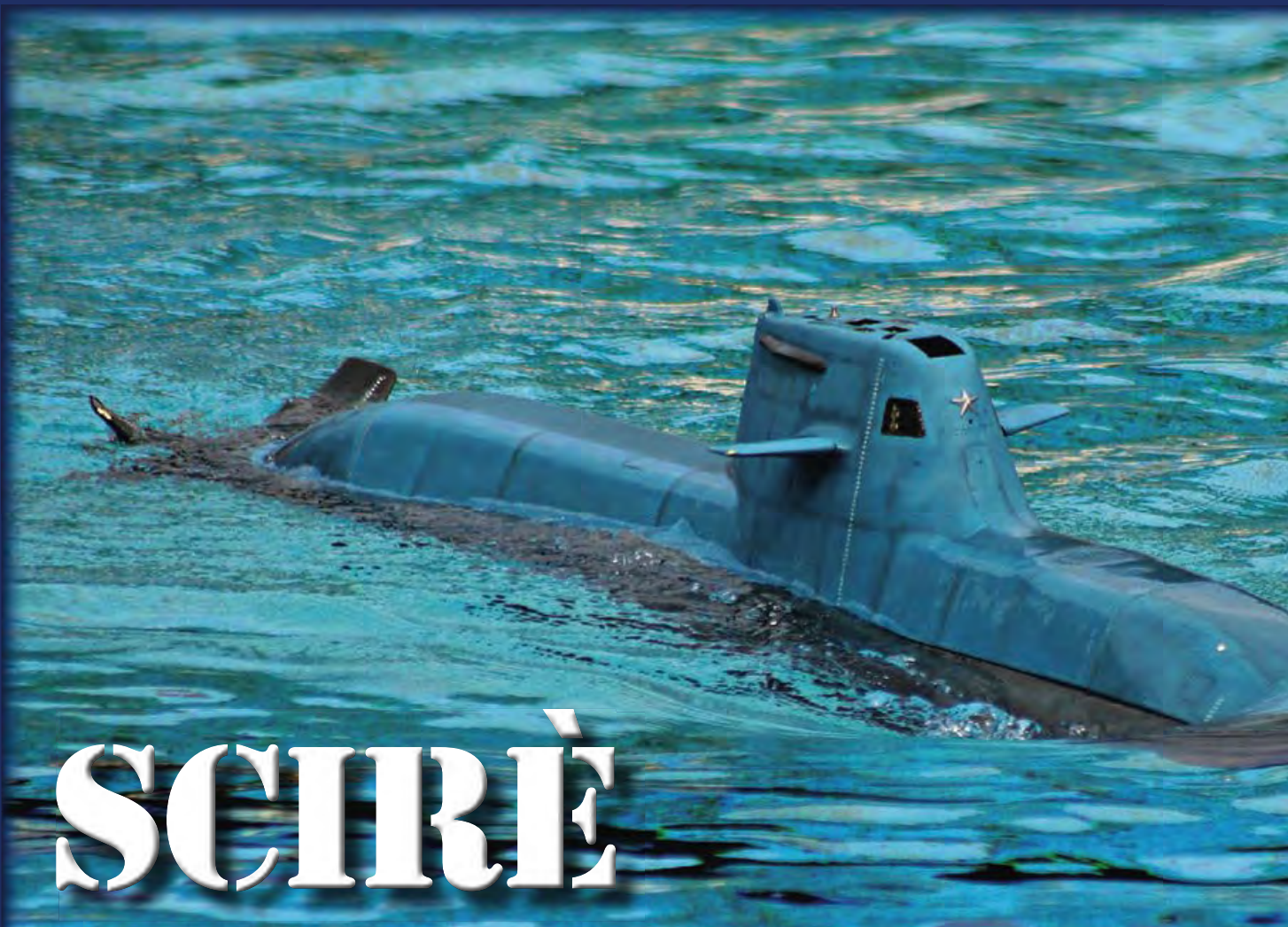
Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH • Baden-Baden

Bestellen Sie jetzt! Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH

BESTELLSERVICE

D-76532 Baden-Baden • Tel.: + 49 07221 5087 22 • Fax: + 49 07221 5087 33

E-Mail: service@vth.de • Internet: www.vth.de



SCIRÈ

TYP 212A DER ITALIENISCHEN MARINE

DIE DEUTSCHE U-BOOT-KLASSE 212A FASZINIERT MICH SCHON SEIT DEM AUFTAUCHEN DER ERSTEN BILDER UND SKIZZEN. DIE STROMLINIENFÖRMIGE UND KOMPAKTE FORM IST EINE DER SCHÖNSTEN IM U-BOOT-BAU, WIE ICH FINDE. DA ES DIE DEUTSCHEN BOOTE SCHON ALLE GAB, FIEL DIE WAHL AUF DIE ITALIENISCHE SCIRÈ-KLASSE. NICHT ZULETZT DER FARBGEBUNG WEGEN.

Da ich zuvor nur einige Engel-Modelle gebaut hatte, war ein kompletter Eigenbau Neuland für mich. Im November 2005 bekam ich dann die Formen. Nachdem das Material geordert war, wurde es ernst. Im Dezember habe ich dann angefangen zu laminieren. Für alle Teile (Bug, Heck, Deck, Kiel und Sonar) benötigte ich eine ganze Woche. Pro Teil etwa vier Stunden, wobei ich mir viel Zeit ließ. Nachdem alle Teile laminiert waren, wurden sie auf Maß gebracht. Bug und Heck auf der Drehbank gekürzt und das Deck parallel geschnitten. Dazu habe ich mir eine einfache Schablone aus Holz gebaut, in die das Deck eingespannt wurde und genau an den Kanten abgeschnitten werden konnte. Das Deck wurde danach drei-

geteilt und jeweils auf Bug und Heck mit eingedicktem Harz verklebt.

In der Zwischenzeit kümmerte ich mich um die Beschaffung eines geeigneten Druckkörpers, was sich als nicht einfach herausstellte. Das Maß von 22 cm Durchmesser war in Deutschland nicht zu bekommen. Nur in den USA war ein PVC-Rohr mit dem gewünschten Durchmesser zu finden. Durch einen Modellbaukollegen, der in den USA lebt, war die Beschaffung recht leicht zu organisieren. Nachdem ich dem netten Herrn beim Zollamt vergeblich versuchte zu erklären, dass dieses Rohr für ein Modell-U-Boot benötigt wurde, konnte nach dessen Überzeugung, dass von einem PVC-Rohr keine Gefahr ausgeht, das Rohr endlich in Empfang genommen werden.



IN 1:32

Nun folgte der Aufbau des Technikgerütes. Anfangen habe ich mit dem Drehen der einzelnen Spanten. Diese sind aus 10-mm-PVC gefertigt. Zuerst grob ausgeschnitten und danach auf Maß gedreht. Anschließend kam der Tauchtank an die Reihe. Ebenfalls aus 10-mm-PVC ging dies dank Fräse recht schnell vonstatten. Die Löcher für das spätere Verschrauben wurden auch alle auf der Fräse gebohrt. Das Ganze gestaltete sich sehr zeitaufwändig, da jedes Loch exakt angefahren werden musste. Danach wurden alle Löcher angesenkt und einige Schrauben probeweise eingedreht. Der Tank konnte so zusammengesetzt werden. Zwischenzeitlich stellte ich einige Alu- und Messingdrehteile her, wie Stromdurchführungen, Lagersitze oder Ver-

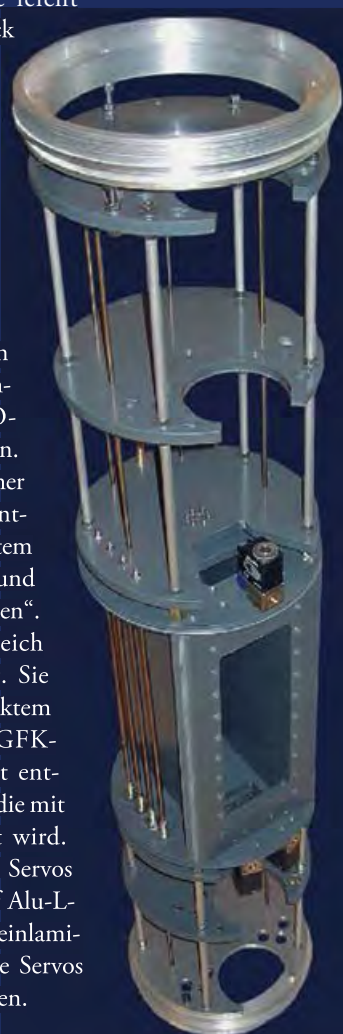
schlussmuttern und die Zentrierdorne. Alles in allem sehr zeitraubend, da fast an jedem Teil Gewinde oder Bohrungen vorhanden sind, die genau fluchten müssen. Dies wurde jedoch durch die inzwischen von Andreas Jungmann auf CNC-Technik umgerüstete Fräse erleichtert. Das Ablängen der Gewindestangen und Aluröhrchen als Abstandhalter war dagegen schnell erledigt. Im Juni 2006 war das Technikgerüst fertig zum weiteren Ausbau. Im nächsten Schritt stand nun das Verkleben des Tauchtanks mit Sikaflex an, was sich als nicht gerade einfach herausstellte. Das Sikaflex ist extrem zäh und man benötigt sehr viel Kraft, um es aus der Kartusche zu drücken.

Die stromführenden Leitungen wurden zuerst mit zwei Schichten Schrumpfschlauch überzogen und anschließend mit Sikaflex komplett umschlossen. Die Kanten und Stöße des Tankinneren wurden ebenfalls mit Sika abgedichtet. Die Klebeaktion selbst nahm ca. zwei Stunden in Anspruch. Nachdem es 48 Stunden durchgehärtet war, konnte ich die Überstände entfernen und die eingedrehten Edelstahlschrauben nochmals mit dünnflüssigem Sekundenkleber versiegeln. Dann wurde alles verschliffen und die Oberfläche war dicht. Parallel dazu habe ich am Technikträger weitergearbeitet, die Kompressoren eingebaut, sowie erste Druck- und Stromleitungen verlegt. Als Nächstes habe ich die Ausfahrgeräteöffnungen im Turm angerissen

und ausgefeilt. Die Anformungen der Turmruder sind aus 2K-Polyester-spachtel hergestellt. Einige Tage später trafen auch die Querstrompumpen (12-V-Campingverstärkerpumpen) ein. Da die Pumpen nicht selbstfördernd sind, wurden sie leicht geneigt in Bug und Heck eingebaut, damit die Luft beim Einsetzen ins Wasser herausströmen kann. Als Anschlüsse dienen 8-mm-Sanitär-Kupferbögen. Der Silikonschlauch verbindet Ansaugöffnung und Ausströmer.

Für die Ruderanlenkungen habe ich Messinglagerbuchsen gedreht, die mit O-Ringen abgedichtet wurden. Die Ruder selbst sind in einer Negativform aus Silikon entstanden und mit angedicktem Harz (Baumwollflocken und Glasfaserschnitzel) „gegossen“. Dabei habe ich auch gleich die Tothölzer hergestellt. Sie sind ebenfalls aus angedicktem Harz und eingelegten GFK-Platten hergestellt. Somit entsteht eine stabile Einheit, die mit dem Heckkegel verklebt wird. Danach fanden auch die Servos ihren Platz. Sie sitzen auf Alu-L-Halterungen, die einfach einlaminiert sind. So können die Servos bequem demontiert werden.

▼ Technikgerüst





▲ Ablängen des Heckkegels auf der Drehbank



Der fertige Tauchtank



Details am Turm



Das Deck wird auf das richtige Maß gebracht

An der Außenhaut mussten noch die seitlichen Sonaranlagen angebaut werden. Dazu habe ich das PVC-Rohr an den entsprechenden Stellen gut angeraut. In den Sonarkörper bohrte ich Löcher und übertrug diese auf das Rohr. Danach füllte ich das Sonar mit eingedicktem 24-h-Epoxidharz und schraubte alles auf. So erhielt ich eine äußerst stabile Verklebung. Der Rest wurde verspachtelt und dem Rumpf angepasst.

Nachdem ich die Trimm tanks gebaut hatte, konnten beide auch eingebaut werden. Die Trimm tanks sind eigentlich Kolbentanks, die bei kleineren U-Booten als Tauch tank dienen. Beide können einzeln angesteuert werden und so die Neigung des Bootes um die Längsachse verändern. Angesteuert werden beide Pumpen mit Schaltungen von Christian Feldmann. In der Zwischenzeit war auch der MKS (Mehrkanschalter) fertig. Dies ist ein Gemein-

schaftsprojekt von Christian Feldmann, Andy Jungmann und Nils Canditt. Die Schaltung kann in Abhängigkeiten über eine Windowsoberfläche mit dem dazugehörigen Programm „Zentrale“ bequem programmiert werden. Eine komplette Erklärung der Schaltung würde den Rahmen sprengen. Ich verweise daher auf die Homepage www.pressluftjunkies.de, wo es ausführliche Infos zur Schaltung gibt.

Da einige Kollegen ihre Propeller selbst herstellten, wollte ich meinen auch selbst bauen. Dazu habe ich mir nach vielen Originalbildern eine CAD-Zeichnung der Blätter angefertigt und diese als CAM-Daten an einen Freund geschickt. Da er eine CNC-Fräse besitzt, waren die Blätter aus 1,5-mm-Messing schnell hergestellt. Unterdessen habe ich die Nabe und den Blatthalter gedreht. So konnte ich den Propeller relativ schnell herstellen.

Im Mai 2007 habe ich begonnen, das Boot zu detaillieren. Als Beispiel dafür diente mir wieder das 1:144er-Revellmodell. Es ist sehr genau und kann daher getrost als Referenz herhalten.





Die nachgebildeten Verschraubungen, hier am Turm



Die Lackierung kann man als sehr gelungen bezeichnen



Darstellung der Schweißnähte



Die Servos zur Ruderanlenkung

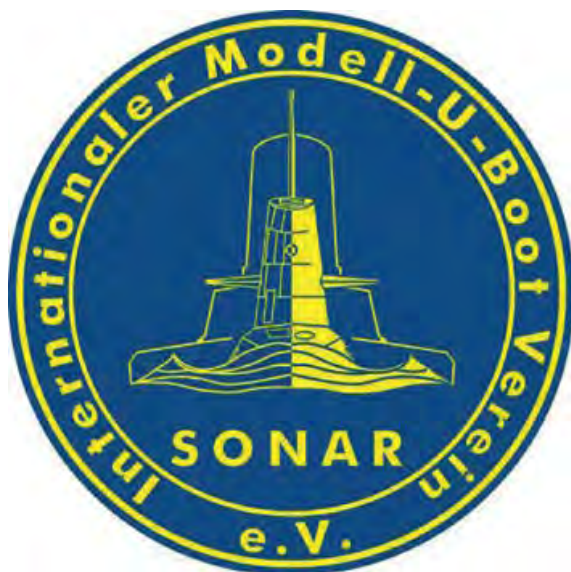
Aber Achtung bei den Decksdetails: die italienischen Boote sehen wesentlich anders aus. Es folgten diverse Klappenabschnitte und Gravuren. Zum Gravieren habe ich ein kleines Feinsägeblatt benutzt, das an einem Stahllineal geführt wird. Die Stöße werden so sehr fein und genau. Die Schweißnähte an den italienischen Booten sind nicht verschliffen. Also mussten die auch am Modell dargestellt werden. Diese habe ich zuerst angezeichnet, anschließend einzeln eingeritzt und 0,5-mm-Messingdrähte eingelegt. Das Ganze wurde mit Sekundenkleber fixiert und dann etwas flachgefeilt. Es entsteht die Imitation von maschinell geschweißten Nähten. Den Decksverschluss wollte ich unsichtbar ausführen. Bei der 212 liegen die Klappen sehr günstig, sodass ich diese dazu benutzt habe, die Verschlusschrauben zu tarnen. Das Ergebnis ist ein Deck ohne sichtbare Verschraubung. Zum Treffen in Kaiserslautern im September 2008 war das Boot dann endlich fahrbereit. Kurz davor hatte ich Gelegenheit im Teich eines Kollegen ei-

nige Trimmarbeiten zu erledigen. Beim Treffen selbst lief das Boot einwandfrei. Bis auf die Tatsache, dass es nicht tauchen wollte ... Nach erfolgloser Suche auf dem Treffen bin ich dann nur über Wasser gefahren. Die Lösung fand ich dann in der Werkstatt zuhause: Es war ein defekter Pin des Sub-D-Steckers, der die Flutventile schaltet. Kleine Ursache aber kein Tauchen ... Inzwischen bekam ich neue Bilder der italienischen Boote. Zum Teil extrem hochauflösend. Daher fiel der Entschluss das Boot weiter zu detaillieren. Ich wollte die Verschraubungen der Außenhülle darstellen. Dazu bohrte ich mir auf der Fräse eine Schablone aus GFK. Diese ist sehr flexibel und lässt sich schön um die Rundungen anlegen. Die Verschraubungen wurden mit einem 0,6-mm-Bohrer angedeutet. Zwischenzeitlich baute ich auch die Lampengehäuse fertig. Diese bekamen auch einige Details, wie Mini-Sechskantschrauben verpasst, und wurden danach mit transparentem Harz ausgegossen. Die Beleuchtung selbst ist mit LED realisiert.

Im Juni 2009 war das Boot fertig für die ersten Freiwassertests. Einige kleine Leckagen waren schnell ausfindig gemacht und konnten behoben werden. Es lief nun zufriedenstellend und war endlich komplett dicht. Die Endlackierung konnte nun auch erfolgen. Nach etlichen Vergleichen mit Originalbildern entschloss ich mich dazu, die Farben selbst zu mischen. Erstmals habe ich auch an einem so großen Boot eine dezente Alterung lackiert. Nach einem Preshading folgte die dünne Lackierung. Danach eine Schicht Klarlack. Die Kennungen und Tiefgangsmarken wurden aufgebracht und mit einer weiteren Schicht Lack geschützt. Zum Abschluss folgte ein leichtes Trockenmalen und Altern der Unterwassersektion.

Der Eigenbau-Propeller





Auf Treffen präsentieren die Mitglieder des Sonar e.V. die unterschiedlichsten Modelle

INTERNATIONALER MODELL-U-BOOT-VEREIN SONAR E.V.

Der Sonar e. V. entstand im Jahr 2000. Er umfasst mittlerweile circa 270 Mitglieder auf vier Kontinenten. Ob Australien, Afrika oder überall in Europa. Die Mitglieder helfen einander bei allen relevanten Dingen, die den U-Boot-Modellbau betreffen. Zudem findet der Nachwuchs hier unvoreingenommene und kompetente Ansprechpartner. Regelmäßige Ausstellungen auf Treffen und Messen sowie ständige persönliche Kontakte dienen nicht nur dem Austausch, sondern bringen auch viel Spaß.

Nicht selten ist die ganze Familie mit dabei. Über die großen Entfernungen tauschen wir uns natürlich per Mail, Telefon oder Informationen auf der Homepage www.sonar-ev.de aus.

Wohl einzigartig ist unser Mitteilungsblatt, das vier Mal im Jahr erscheint. Es bietet auf ca. 60 Seiten Berichte über Projekte, Technisches und Treffen rund um den U-Boot-Modellbau sowie über Vorbilder. Hier können auch Nichtmitglieder Berichte veröffentlichen.

Kontakte bestehen auch zu unseren Männern von der U-Boot-Flottille, die

wir regelmäßig besuchen und die auf See gerne die Sonar-Zeitschrift lesen. Der Mitgliedsbeitrag im Verein beträgt derzeit 25 € im Jahr und wird hauptsächlich für die Produktion der Vereinszeitung verwendet.

Wer Interesse hat, kann sich auf der Homepage www.sonar-ev.de des Sonar informieren oder per Mail mit unserem Vorstand Kontakt aufnehmen. Die Daten finden Sie auf der Homepage.

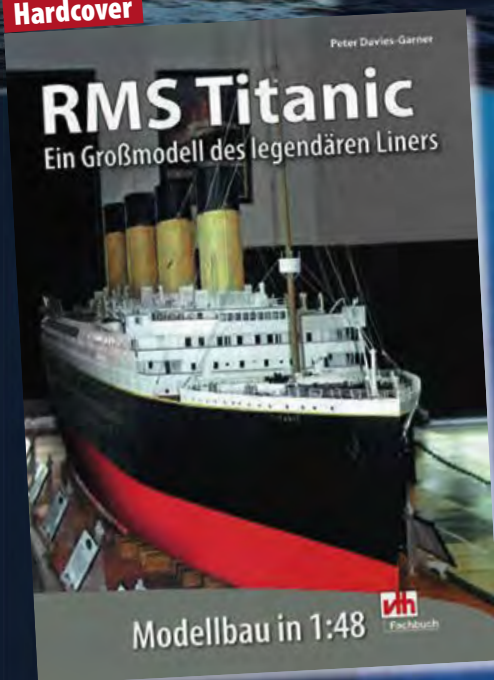
Wenn unsere Leidenschaft auch die Ihre ist, herzlich willkommen an Bord!

► Die Vereinszeitschrift SONAR ist eine wichtige Kommunikationsmöglichkeit

► Gute Kontakte zur Marine ermöglichen auch Besuche, wie hier beispielsweise auf U 33



Hardcover



Peter Davies-Garner ►

Titanic, Olympic und Britannic

In diesem Buch werden Modellbauern Informationen über die berühmten Schiffe der Olympic-Klasse und die dazugehörigen Modellbausätze für präzise Nachbauten der Schwester-schiffe an die Hand gegeben.

Umfang: 80 Seiten · Best.-Nr.: 312 0045

Preis: 26,50 €

◄ Peter Davies-Garner

RMS Titanic

Peter Davies-Garner beschreibt in diesem Buch den Bau eines sechs Meter langen Großmodells des berühmtesten Schiffes der Geschichte im Maßstab 1:48.

Umfang: 256 Seiten · Best.-Nr.: 310 2216

Preis: 39,90 €

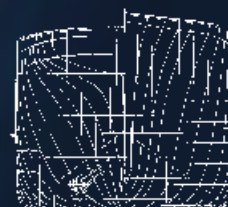
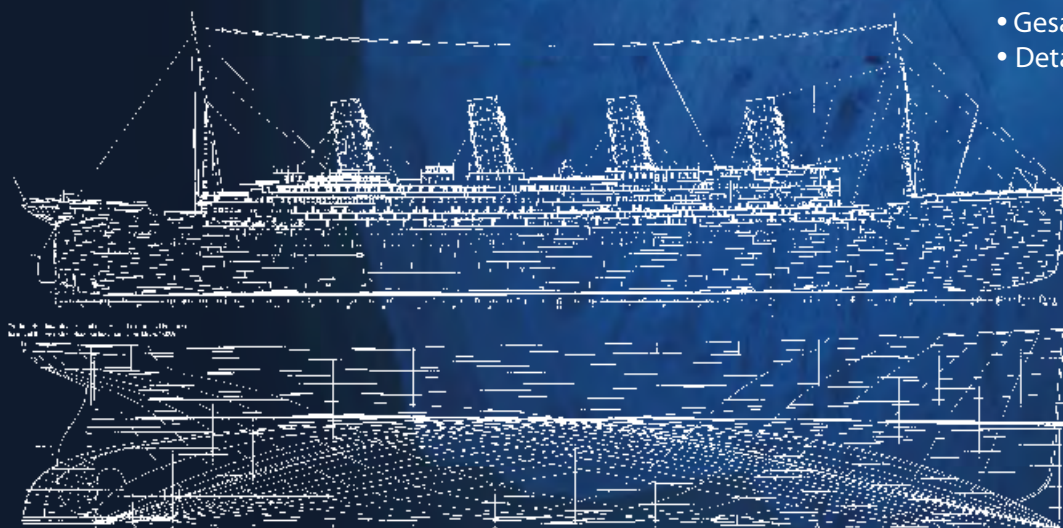


- Gesamtansichten im Maßstab 1:192
- Detailzeichnungen in 1:96 und 1:24

Sehr detaillierter und umfangreicher Bauplan

Best.-Nr.: 320 4164

Preis: 119,- €



BESTELLSERVICE: Verlag für Technik und Handwerk neue Medien GmbH

D-76532 Baden-Baden · Telefon: + 49 07221 5087 22 · Fax: + 49 07221 5087 33 · E-Mail: service@vth.de · Internet: www.vth.de

NEU ! Jetzt im Handel !



METALL BEARBEITUNG

**MASCHINEN
im Modellbau**

Die Fachzeitschrift für den technischen Funktionsmodellbau

Spezial 01



D: € 9,90
A: € 11,30
CH: sfr 19,80
B/E: € 11,60
NL: € 12,80

**Grundlagen
Tipps & Tricks**

Gewindeschneiden

Sägen

Blechbearbeitung

Messen

Passungen

Bohren

Schleifen

Feilen

Hartlöten

Jetzt bestellen!

www.vth.de

Bestellservice: +49 (0) 7221 5087 - 22

Best.-Nr.: 300 0066 · Preis: 9,90 €