

Gießverfahren für Anker und Geschützrohre

".. Schnell das Zinn herbei,
Daß die zähe Glockenspeise
Fließe nach der rechten Weise ... "

(Schiller: Das Lied von der Glocke")

Es ist schon erstaunlich, daß ein Poet, der nur eine ganz kleine Stufe hinter dem großen Barden einzuordnen ist, auch noch um die Chemie der Glockengießerei wußte. Bei diesem Handwerk führte die Art und Menge der Zugaben zu genau festgelegten Zeitpunkten bei exakt an der Farbe erkennbarer Temperatur zu der Art Bronze, die jeweils benötigt wurde. Tatsächlich könnte man heute keine Glocke mehr gießen, hätte man nicht uralte Erfahrungen in die Neuzeit herübergerettet. Ein wahrhaft edler Stoff, diese Bronze, wurde er doch verwandt zum Gießen von Klangkörpern, welche die "Guten" zum Gebet riefen, wie auch zur Herstellung von Rohren, die "Bösen" zu töten. Was für die Glocke die Klangqualität, ist für Kanonen und Anker die Festigkeit. Wer sich mit dem Gedanken trägt, so einen Bronzeuß im Kleinen zu betreiben, sollte Folgendes wissen: Die Schmelztemperatur beträgt 900 - 1000 Grad. Hierfür müßte unser Silikon-Kautschuk durch einen Formsand ersetzt werden. Und der muß auch noch gebrannt und vor dem Gießen erhitzt werden. Warum sollte man sich diesem Aufwand unterziehen, wenn man auf einem einfacheren Weg (zumindest optisch) das Gleiche erreichen kann?

Geschützrohre

Hier wurde ein Geschützrohr der "Royal Caroline" als Beispiel ausgewählt (Abb. 1). Die Klassifizierung der Geschütze wurde nach dem Gewicht des Geschosses vorgenommen. Bei diesem Rohr handelt es sich um einen Vierpfünder. Es schoß vielleicht einen Kilometer weit, konnte aber da schon nicht mehr viel Schaden anrichten. Die Längen der Rohre wurden angegeben, indem man das Kaliber als Maßeinheit nahm. In diesem Fall ist die Rohrlänge mit 20 "Kaliber" angegeben. Um es also ganz "einfach" auszudrücken: Man kam über das spezifische Gewicht zum Kugelhinhalt und damit zum Durchmesser und maß damit die Länge des Rohres.

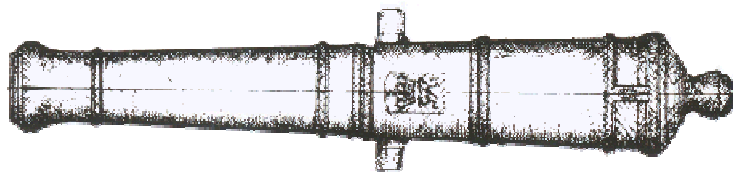


Abb. 1: Vierpfünder (Four Pounder) der "Royal Caroline"

Modellherstellung

Ein Geschützrohr ist ein einfaches Drehteil, wenn man von den paar "Unebenheiten" absieht. Da ist zunächst der Schildzapfen, der zur gradmäßigen Einstellung des Rohres dient und den Rückstoß auf die Lafette überträgt. Eine weitere unrunde Partie ist die Pulverfanne, die, wenn gezündet, das Feuer an die Ladung trägt. Und dann ist da noch das Wappen des Herrschers, dessen Ruhm und Reichtum es galt zu mehren. Die einfachste Lösung ist, das runde Teil zu drehen und die drei "Unebenheiten" nachher anzufügen. Wer die entsprechende Drehmaschine hat, ist fein raus, wer nicht, macht es wie der Autor, wobei das Fertigungsprinzip das Gleiche ist.

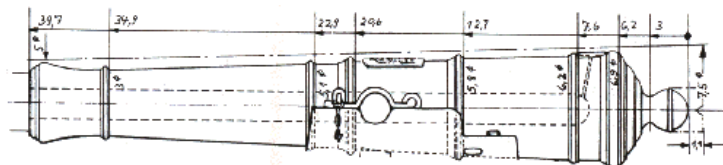


Abb. 2: Fertigungszeichnung

Fertigungsablauf

1. Maße festlegen (Abb. 2): Zur Ermittlung der Modellmaße (Maßstab 1:40) wurden die Zeichnungsstrecken (Maßstab 1: 12) mit 0,33 multipliziert und die Längenmaße als Kettenmaße eingetragen.
2. Drehen des Rohlings auf einer einfachen Drehmaschine und Zentrieren. Als Material sollte man Buchsbaum nehmen (Abb. 3).
3. Anzeichnen auf einer Klein-Dreheinrichtung (Abb. 4). Hierzu wird eine Schieblehre auf das jeweilige Kettenmaß "+ x" eingestellt und am Zentrierblock angelegt. Der zweite Schnabel kratzt dann eine feine Rille in das laufende Werkstück, die mit einem spitzen Bleistift sichtbar gemacht wird (Abb. 2). Die Verstärkungsringbreiten werden jeweils zuaddiert.
4. Alle angerissenen Stellen bis auf den Fertigdurchmesser + 0,1 einstecken.
5. Konische Strecken zwischen den Verstärkungsrippen fertig drehen, einschließlich der Formpartien, vom Knauf aber nur die vordere Hälfte, so daß die Zentrierung stabil bleibt.
6. Feindreihen der Ringe, und alle Bereiche mit 400er-Schmirgel glätten.
7. Spannzapfen vor der Mündung auf 3 mm Durchmesser einstecken, Knauf vorsichtig fertig bearbeiten und ausspannen.
8. Die Schildzapfen entstehen, indem man ein Loch quer durch das Rohr bohrt und einen Bolzen einschiebt.
9. Die Pulverpfanne wird geschmirgelt und angeklebt.
10. Das Wappen ist eine Feinschnitzarbeit, die aufgeklebt wird. Und wenn man Glück hat, kann man sogar etwas erkennen. Andernfalls muß man eben dem Betrachter sagen, was es darstellt.
11. Als Vorbereitung zur Formherstellung wird in die Mitte des Knaufs und in die Mitte der beiden Schildzapfen ein 0,5er-Loch gebohrt. Der Spannzapfen bleibt, er wird nach dem Formabguß zum Gießtrichter ausgeweitet.



Abb. 3: Vordrehling.



Abb. 4: Klein-Drehmaschine (- Drechselmaschine).
Jeweiliges Einstellmaß Kettenmaß + x
D = Auflage für Drechselmesser.

Formherstellung

Zur Herstellung der Gießform bedarf es eines Formkastens. Als äußere herstellungs- und handhabungsfreundliches Hilfsmittel hat sich ein Gießdöschen erwiesen. Es besteht aus ca. 0,2 mm starkem Messingblech und hat leicht geschrägte Wände. Die vier Wände werden nach dem Hochbiegen gelötet. Der Boden wird auf ein Sperrholzbrettchen mit Pattex oder Ähnlichem aufgeklebt, um eine ebene Unterseite zu erreichen. Zur Aufnahme der drei Drähte werden auf halber Höhe 0,5er-Bohrungen eingebracht. Der Boden wird mit einem 5-mm-Bohrer durchbohrt.

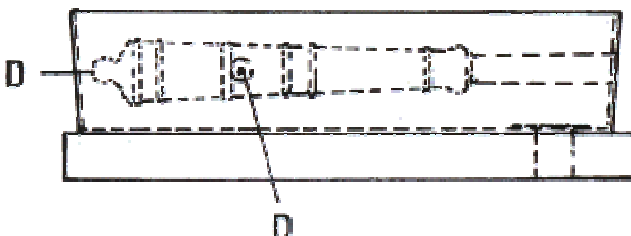


Abb. 6: Das Modell wird mit drei Drähten (D) in Schwebe-position gebracht.

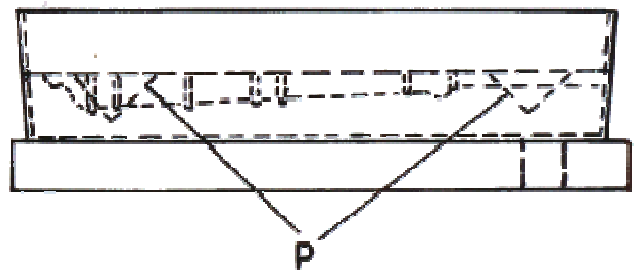


Abb. 7: Einschneiden der Positionierungstrichter (P).

Ablauf des Formgießens

1. Nachdem die Bodenbohrung von innen mit einem Stück Klebeband zugeklebt ist, wird das Modell in Position gebracht, und es werden die Drähte eingesteckt (Abb. 6). Durch leichtes Verbiegen läßt sich das Modell jetzt in beiden Richtungen in eine waagerechte Lage bringen.

2. Das Anrühren des Silikonkautschuks HB geschieht mit einem Härtezusatz von ca. 2 % = 8 Tropfen auf 10 ml. An dieser Stelle eine allgemein gültige Regel, die unter Umständen eine Menge Ärger erspart: Alles, was sich rühren oder schütteln läßt, sollte man vor Gebrauch rühren oder schütteln. Das kräftige Rühren als Mischvorgang kommt dann noch hinzu.
3. Das Einfüllen des Kautschuks bis zur Mitte des Modells sollte so langsam wie möglich erfolgen, damit er sich gleichmäßig am Werkstück verteilen kann. Wenn bei dieser Operation etwas versehentlich über das Modell läuft, sollte man keinesfalls versuchen, es zu entfernen, weil das schief geht. Das geht problemlos nach dem Aushärten mit einer Rasierklinge.
4. Nachdem jetzt die drei Drähte gezogen sind, wird das Modell entnommen. Das geschieht mit einer starken Pinzette am Spannzapfen, wobei man das Formunterteil im Formkasten hält. Eine Beschädigung im Bereich des Spannzapfens hat keine Bedeutung, weil hier sowieso der Gießtrichter eingeschnitten wird. Nachdem jetzt zwei pyramidenförmige Positionierungstrichter in das Unterteil eingeschnitten wurden (Abb. 7), wird die Trennfläche, damit sie ihrem Namen gerecht werden kann, satt mit Teflon-Formenspray eingesprüht.
5. Nach ein paar Minuten kann das Modell wieder eingelegt und die Drähte können eingesteckt werden.
6. Beim Eingießen des Formoberteils gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder man läßt, damit sich keine Hohlräume bilden, die Gußmasse langsam von der Seite vordringen, oder man überpinselt die feinen Konturen mit einer kleineren Menge und füllt dann auf.
7. Nach dem Ziehen der Drähte wird die Form aus dem Kasten gehoben. Durch die Verwendung des dünnen Blechs ist es möglich, zuerst die Wände von der Form zu lösen. Die Lösung des Bodens erfolgt mit einem Stab durch den Boden.
8. Das Trennen der beiden Formhälften beginnt man vorsichtig an einer Ecke. Der letzte Akt ist das Einschneiden eines Gießtrichters.

Gießen

1. Vorbereitend zu jedem Gießvorgang wird der Formbereich ganz leicht mit Formen-Talkum eingepudert. Dann werden die Formhälften zusammengefügt, zwei Druckplatten aufgelegt und an zwei Stellen mit Gummiringen umspannt. Die Druckplatten müssen etwas größer sein als die Flächen der Formhälften. Die Flächen an den Formhälften und die Druckplatten müssen eben sein, da sonst unterschiedliche Drücke entstehen.
2. Die Schmelztemperatur von Zinn liegt bei 250 Grad. Um einen guten Fluß zu erreichen, sollte man da noch etwas zugeben. Wenn man die Schmelzung mit der Lötflamme vornimmt, hält man sie nach der Verflüssigung noch etwa zehn Sekunden unter den Tiegel. Für einen geringen Einsatz tut's der untere Teil einer Konservendose. Eine zweiprozentige Wismut-Zugabe soll die Abbildegenauigkeit von Reinzinn, das sowieso besser läuft als Zinn mit Bleizusatz (Zierzinn), noch verbessern. Wenn bei Versuchen wiederholt eine Stelle des Gießlings schlecht ausgebildet ist, muß hier ein zusätzlicher Luftkanal eingebracht werden. Das geht mit einer Rasierklinge, wobei der Kanal zumindest an einer Stelle nicht größer als 0,5 mm werden darf. Das Gießen sollte so langsam erfolgen, wie es die Kohäsion des Gießgutes zulässt, darf aber nicht unterbrochen werden.
3. Wenn man dann nach ein paar Minuten die Gummiringe abstreift und die Form auseinander klappt, erfährt man, daß das Gelingen nicht immer eine Selbstverständlichkeit ist. Da aber der Zeitaufwand sehr gering ist und das Zinn wieder verwendbar, besteht kein Grund zur Panik. Die letzte Handlung ist die Verputzarbeit und das Bohren eines 2,5-mm-Lochs in die Mündung.

Oberflächenbehandlung

Niemand kauft uns ab, daß es früher auch Zinnkanonen gab. Also müssen die Rohre mit einer Schicht anderen Materials überzogen werden. Eine Möglichkeit ist eine Blattverkupferung mit Anlageöl. Aber hierbei dauert es unendlich lange, bis die Schicht wirklich griffest wird. Der bessere Weg ist die galvanische Behandlung. Alles, was man hierzu braucht, ist ein Schüsselchen (kein Metall), ein Gleichstrom-Gerät mit einem 3-Volt Ausgang oder ein Aufladegerät, etwas Kupferblech, zwei Drogerieartikel: Kupfersulfat und Schwefelsäure, und ein paar Widerstände. Um jetzt diese toten Artikel in Aktion zu bringen, muß noch ein ganz klein wenig Theorie her: Die Oberfläche des Werkstücks wird in cm² ermittelt. Weil kluge Leute herausgefunden haben, daß etwa 0,015 Ampère pro cm² des Werkstückes gebraucht werden, um eine gute Galvanikschicht zu erreichen, muß man den Betrag der Oberfläche mit 0,015 multiplizieren. Gesamt-Stromstärke I(ges) = Oberfläche in cm² X 0,015 = x Ampère.

Wenn man sich nun für den Einsatz einer (U 3-V-Stromquelle entschließt, gelangt man mit der alten Formel zur Höhe des Widerstands: $R \text{ (Ohm)} = U \text{ (Spannung in Volt)} : I \text{ (Stromstärke in Ampère)}$.

Um es nicht allzu leicht zu machen, werden zum Schluß von dem Ergebnis in Ohm für den Widerstand im Transformator noch etwa 10 Ohm abgezogen. Die Schaltung geht aus Abb. 8 hervor. Eine Kombination von Widerständen ist möglich, zum Beispiel: zwei 10-Ohm-Widerstände hintereinander geschaltet ergeben 20 Ohm.

Die gleichen Widerstände parallel geschaltet ergeben 5 Ohm (Abb. 9). Falls mal die Frage nach der Wattzahl der Widerstände auftaucht: 1 bis 2 Watt genügen.

Und jetzt geht's um die Mischung des Elektrolyten (so heißt die Brühe, mit der der Galvanisierbehälter gefüllt wird). Wenn es sich dabei (wie beim Behälter des Autors) um einen Glasaschenbecher handelt, bei dem man die Elektroden so schön in den Zigaretenschlitzen einhängen kann, genügt eine Menge von 100 ml (100 cm²). Die setzt sich wie folgt zusammen:

25 ml zehnpromzentige Schwefelsäure,
13 g Kupfersulfat,
75 ml Wasser.

Wenn die Drogerie nur konzentrierte Schwefelsäure (96%ig) hat, muß man sie eben im Verhältnis 1:9 mischen. (Aber Achtung: Immer Säure ins Wasser, nie umgekehrt!).

Für einen größeren Behälter oder auch zur Bevorratung braucht man die genannten Werte nur zu multiplizieren. Bei späterer Verwendung muß die Brühe unbedingt geschüttelt werden! Der Aufbau der Anlage ist auf Abb. 8 zu erkennen.

Es ist darauf zu achten, daß sich die beiden Pole nicht berühren, und vor allem, daß der Plus-Minus-Stecker nicht verdreht wird. Was dann passiert, läßt sich nur noch mit totaler Verrottung des Werkstücks umschreiben. Wie das Verfahren elektrochemisch vorgeht, entzieht sich meiner Kenntnis.

Wenn man die vorher angesprochene 2.5er-Bohrung abstuft, ergibt sich eine gute Möglichkeit zur Befestigung der Kathodenelektrode (Abb. 10). Um einen ähnlich zerstörerischen Werkstückfraß wie bei der Polwechslung zu vermeiden, ist das jetzt Folgende genau zu beachten: Die Anschlußstelle muß bei jedem neuen Einsatz blank gemacht werden. Das Werkstück wird kurz vor dem Einsatz mit einer feinen Stahldrahtbürste intensiv blank gemacht und dann mit Azeton abgerieben, damit es absolut sauber ist. (Stahlwolle bzw. eine Messingdrahtbürste haben sich hierbei nicht bewährt (dabei bilden sich Abriebe, die den galvanischen Vorgang beeinflussen.)

Um es dann auf den Anoden-Draht aufzudrücken, nimmt man ein Tempotuch um Fingerabdrücke zu vermeiden.

Wenn jetzt eine Anlage eingeschaltet und das Werkstück eingetaucht ist, kommt der große Moment. Wenn man nach ca. zehn Sekunden das Werkstück aus dem Bad hebt, ist es mit einem seidenähnlichen, grell rosafarbenen Belag bedeckt. Wenn dieser Belag dunkle Stellen aufweist, sollte das Stück keinesfalls wieder eingetaucht werden. Jetzt läßt es sich noch erneut blank bürsten und abreiben. Wenn man dagegen das schadhafte Rohr wieder einlegt, verdirbt es weiter und läßt sich nach einer halben Stunde kaum noch retten. Ist das Werkstück jedoch erwartungsgemäß strahlend rosa, wird es sofort wieder eingelegt und nach ca. 60 Minuten entnommen. Entfernt man jetzt den schönen schokofarbenen Belag mit Stahlwolle, kommt die Kupferschicht zum Vorschein.

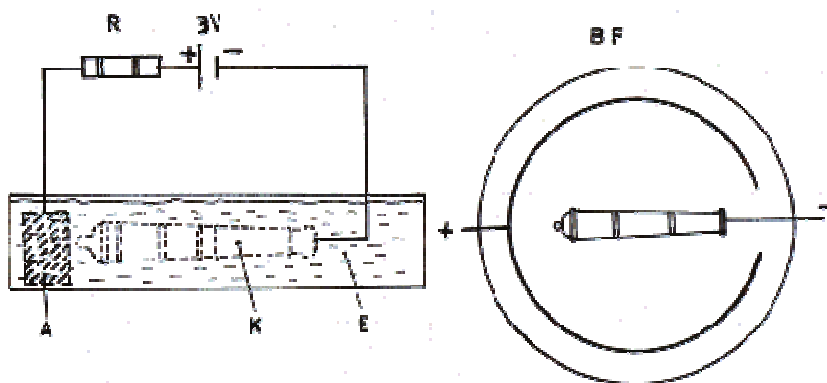


Abb. 8: Galvanik

A = Anode (Kupfer), K = Kathode (Werkstück), E = Elektrolyt, R = Widerstand, BF = Bestform (umschließende Anode).

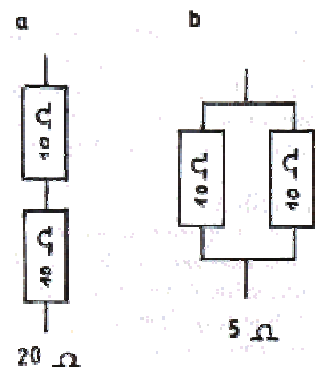


Abb. 9: Ermittlung des nötigen elektrischen Widerstandes a) Addieren, b) Teilen des Widerstandes.

Was stimmt nicht, wenn bei der Kontrollentnahme Fehler sichtbar werden? Die Schwarzfärbung geschieht bei zu niedriger Ohm-Zahl, das heißt, entweder war die in die Rechnung eingesetzte Fläche zu groß (große Fläche kleine Ohm-Zahl, kleine Fläche = große Ohm-Zahl), oder, was wahrscheinlicher ist, ein Teil der Oberfläche war nicht sauber und fettfrei, so daß nur der einwandfrei saubere Bereich für den galvanischen Prozeß zur Verfügung stand und damit die Ohm-Zahl im Verhältnis so stark reduzierte, daß der saubere Bereich schwarz wurde. Ein kleiner Versuch beweist diese Theorie: Nehmen Sie ein kleines Stück Zinn, verbinden Sie es mit der Anode und halten Sie es ins Bad. Es bekommt keine Kupferschicht, es wird schwarz. Es ist also kein Fehler, wenn man bei der Wahl des Widerstands in Ohm die obere Grenze anstrebt bzw. beim Einsetzen der Flächengröße die untere.

Damit das Ganze zum Schluß so richtig nach Kanone aussieht, wird das Rohr geschwärzt und dann mit Stahlwolle "000" überbürstet, um so die exponierten Partien wieder zum Glänzen zu bringen. Um Kupfer zu schwärzen, benötigt man Schwefelleber (das gibt's in der Apotheke).

Der Vorgang ist eine unserer einfachen Übungen:

die Schwefelleber in Wasser auflösen, das Werkstück eintauchen, bis es schwarz wird - fertig. Das Mischungsverhältnis ist 1:100 (1 Gramm auf 1/10 Liter). Das Gemisch sollte auf ca. 50 Grad erwärmt werden. Wenn das Gemisch stimmt, ist das Rohr schwarz, wenn man bis fünf gezählt hat. Ob sich eine feste Schicht gebildet hat und der chemische Vorgang nicht zu intensiv war, sieht man daran, daß ein Tempotuch, mit dem man das Rohr abreibt, fast sauber bleibt.

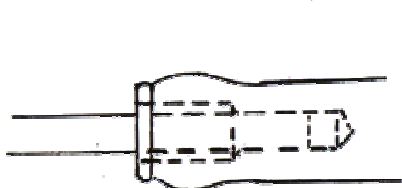


Abb. 10: Einsetzen der Minus-Elektrode in die Rohrmündung.

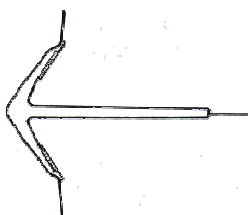


Abb. 11: Drähte für Luftkanäle.

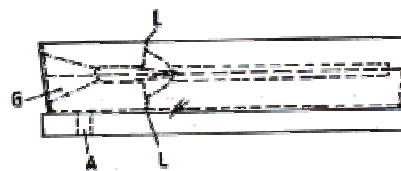


Abb. 12: L = vier zusätzliche Entlüftungsbohrungen, A = Ausstoßbohrung, G = Gießtrichter.

Anker

Die Frage nach dem wichtigsten Teil eines Schiffs würde wahrscheinlich zum Anker führen. Fast alle Elemente eines Schiffs sind ersetzbar. In den Schlager "Und wenn der letzte Mast auch bricht" hätte man wahrscheinlich nie den Anker eingesetzt, nannte doch die christliche Seefahrt den schwersten eines Schiffs den "Heiligen Anker". Keinem anderen Schiffselement ist je dieser Titel zuteil geworden. Diese Wichtigkeit läßt sich natürlich nicht in den Modellbau übernehmen. Hier ist er ein Gießteil wie jedes andere, und deshalb ist der Anker auch hinter die Kanonenrohre gerutscht und unterscheidet sich nur geringfügig von dem dort praktizierten Ablauf.

Zwei Holzmodelle und die entsprechenden Abgüsse

Modellherstellung

Das meiste, was man bisher über Ankerfertigung lesen konnte, basierte auf der Verwendung von metallischen Werkstoffen. Da man wie beim Rohr nur ein Modell braucht, ist unser Werkstoff wieder Holz. Hierdurch sind wir auf der bequemen Seite: Ausschneiden des flachen Teils und Ankleben der beiden Schaufeln (Abb. 11). An drei Punkten werden 0,5er-Löcher gebohrt und Drähte eingesteckt. Der Spannzapfen, der beim Rohr zum Ausheben diente, wird beim Anker durch die nach oben ragenden Schaufeln überflüssig.

Formherstellung

Wenn man davon absieht, daß der Formkasten größer ist und daß man den Anker an den Schaufeln packen kann, um ihn aus dem Unterteil zu heben, kann der Text zur Formherstellung des Rohres fast wörtlich übernommen werden. Hier noch etwas Allgemeingültiges: Beim Einschneiden der pyramidenförmigen Positionsausnehmungen gerät man meist in Verwirrung, weil der erste Einschnitt wieder unsichtbar wird, wenn man das Messer herauszieht. Mit den drei noch fehlenden Seiten, die jetzt in einer Art Blindflug entstehen, ergibt sich alles andere als eine gleichmäßige Pyramide. Also nimmt man einen Stift (Staedtler permanent



lumocolor) und zeichnet das Vierkant oder markiert es mit einem Stück Klebeband. Eine weitere Schwierigkeit ist der Umstand, daß oft der Kautschuk am Modell zu einem dünnen Rand hochläuft. Dieser Rand wellt sich, wenn das Form-Unterteil mit Formspray benetzt wird. Wenn sich auch nach einiger Zeit die Wellen wieder glätten, so ist es doch besser, den feinen Rand mit einer Hautschere abzuschneiden. Bei Teilen mit vorwiegend ebenen Flächen wie unserem Anker besteht auch die Möglichkeit, das Teil nicht zu entnehmen, sondern es einfach mit zu übersprühen, was bei Teilen mit Relieffcharakter die Konturen verschlechtern würde.

Das Gießen

Der Gießvorgang entspricht im Prinzip dem des Rohres. Es ist aber wahrscheinlich, daß die schmalen Schaufeln nicht ganz ausgebildet werden. In diesem Fall müssen 0,5erEntlüftungsbohrungen von den Schaufeldecken durch das Formober- und -unterteil gebohrt werden. Da sich bei Verwendung eines 0,5erBohrers die Bohrung wieder fast schließt, muß mit einem Kugelfräser von 0,6 mm Durchmesser nachgebohrt werden (Abb. 12). Dem Verschließen der Bohrung kann man aber auch vorbeugen, indem man an den vier kritischen Stellen 0,5erDraht in das Modell einsetzt. Dabei sind die beiden oberen problemlos, während die unteren beiden so abgelängt werden müssen, daß sie bis zum Boden des Formkastens reichen. Wenn ein kleiner Zwischenraum entstanden ist, bohrt man nach der Entnahme des Modells von innen durch und öffnet das Luftloch durch Einschneiden eines kleinen Trichters.

Diese Formmodelle entstanden sämtlich mit Hilfe einer Klein-Drehmaschine.

Oberflächenbehandlung

Oberflächenbehandlung heißt hier Galvanisieren und Schwärzen. Während der Schwärzvorgang keiner Ergänzung bedarf, ist es bei den Schiffsaggregaten die Größe, die etwas ändert, und die äußere Struktur. Um den Einfluß der Größe zu dokumentieren, sind anschließend die Galvanisierparameter des Geschützrohres denen des Ankers gegenübergestellt.

Rohr: $6 \text{ cm}^2 \times 0,015 \text{ A} = 0,09 \text{ A}$

Anker: $19,5 \text{ cm}^2 \times 0,015 \text{ A} = 0,29 \text{ A}$,

$R = U (3\text{V}) : I (0,29 \text{ A}) = 10 \text{ Ohm}$

$10 \text{ Ohm} - 10 \text{ Ohm} = 0 \text{ Ohm}$

Hier wurde der Innenwiderstand der Stromquelle (angeblich 10 Ohm) ignoriert und ein 10-Ohm-Widerstand eingesetzt. Wenn also die 10 Ohm, die man als Innenwiderstand annimmt, stimmen, war der Widerstand um 10 Ohm zu hoch. Das Resultat des Galvanisiervorgangs war jedenfalls einwandfrei. Das bestätigt die beim Rohr gegebene Empfehlung, die Ohm-Zahl nach oben zu tolerieren. Da bei einem Teil wie dem Anker nicht die Gefahr besteht, Feinheiten durch die Schichtdicke zu verschlechtern, kann man hier die Galvanisierzeit im Sinne einer strapazierfähigen Schicht ruhig auf zwei Stunden erhöhen.

Ein Nachtrag der sich nach Fertigstellung des Artikels ergab:

Die entstandene Frage warum es notwendig ist das Zinnwerkstück mit einer Stahlbürste zu bearbeiten fand durch unseren modellbauenden Galvaniseur Peter Schuster folgende Erklärung: Zinn nimmt keine galvanische Schicht an, diese Eigenart wird durch den Messingabrieb noch verstärkt, dagegen fungiert der Stahlabrieb als Verbindungselement. Wie schon mal gesagt, die Grundlage allen Wissens ist die Erfahrung.

Einfacher ausgedrückt: Es klappt und keiner weiß warum.



Günter Bossong