Minisail Lassic

von Klaus Prystaz Bad Schussenried

16. Dezember 09

Das 'Kupfern' von Unterwasserschiffen

- Geschichtliche Entwicklung
- Historische Arbeitsweisen am Original
- Die Realisierung im Modellbau

1. Die geschichtliche Entwicklung:

Um den Schiffsboden besonders in tropischen Gewässern vor Bewuchs, dem Bohrwurm (Teredo navalis) und der dort verstärkt stattfindenden Korrosion zu schützen, wurden Schiffe seit Ende des 18. Jahrhundert mit Kupfer-, Yellow-Metal- oder Zinkplatten beschlagen. Die durch die Oxydation im Seewasser bedingte Abblätterung des Metalls verhinderte den die Geschwindigkeit beeinträchtigenden Bewuchs mit Muscheln und Seegewächsen und die Beplattung selbst verminderte das Eindringen der in den Tropengewässern so zahlreich vorkommenden Bohrwürmern, die selbst Eichenholz mit röhrenförmigen Gängen innerhalb von nur 2 –3 Jahre zerstören können.

Lange davor wurde schon im 15. Jahrhundert an der Galeone SANTA ANNA mit einem Bleibeschlag experimentiert. Da man jedoch den dabei auftretenden galvanischen Reaktionen nicht zu begegnen wusste, wurde dieser und ähnliche spätere Versuche wieder aufgegeben.

Charles Perry schlug 1708 erstmals der Britischen Admiralität die Verwendung von Kupferplatten vor, was aber aus Kostengründen abgelehnt wurde. 1740 bekam Nehemiah Champion zwar einen Versuch finanziert, der aber nicht erfolgreich war. 18 Jahre später versah dann die Royal Navy versuchsweise den Falschen Kiel der HMS INVINCIBLE mit einer Kupferbeplattung worauf 1759 weitere Kriegsschiffe am Kiel und Steven beschlagen wurden. Eine komplette Beplattung wurde erstmals 1761 an der 32 Kanonen tragenden Fregatte HMS ALARM erprobt. Nachdem sie zwei Jahre in der Karibik verbrachte hatte folgte 1763 eine gründliche

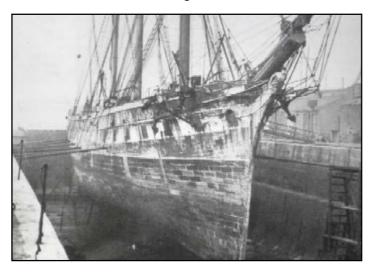


Untersuchung, worauf 1764 zwei weitere Schiffe, die HMS DOLPHIN und die HMS TAMAR gekupfert wurden. Die nächste gründliche Überprüfung, 2 Jahre später, ergab nun aber extreme Korrosion an den Eisenteilen durch elektrolytische Reaktion zwischen den Kupferplatten und den Eisenbolzen in Verbindung mit dem Seewasser, so dass bei allen drei Schiffen der Beschlag wieder entfernt wurde. Erst die 1783 von der britischen Admiralität erlassene Verfügung, unter der Wasserlinie nur noch kupferne statt eiserne benutzen. brachte Bolzen zu ersehnten Erfolg. Ab diesem Zeitpunkt war der Kupferbeschlag bei Kriegsschiffen schließlich eine Selbstverständlichkeit.



Nachdem man herausgefunden hatte, dass ein gekupfertes Unterwasserschiff eine Ostindienreise um zirka zwei Monate verkürzen konnte, dauerte es auch nicht mehr lange, bis alle in tropischen Gewässer fahrenden großen Handelsschiffe ebenfalls einen 'teuren' Kupferbeschlag erhielten.

Je nach Anzahl der Reisen und nach Art der Fahrgebiete, lag die durchschnittliche Lebensdauer eines Kupferbeschlags bei drei bis vier Jahren und er besaß dann immer noch ca. 50 % seines ursprünglichen Wertes. Nur wenige Schiffe hatten so viel Glück wie die Rostocker Bark 'MARGARETHE', bei der der Kupferbeschlag 1872 von den Besichtigern selbst nach sieben Jahren noch weiter für tauglich befunden wurde.



Als 1832 der Engländer George F. Muntz ein Verfahren erfand, mit dem man schmiedbares Messing herstellen konnte, fand dieses aus 60 Teilen Kupfer und 40 Teilen Zink bestehende und um etwa ein Sechstel billigere 'Muntz- oder Yellow-Metal' schnell Einzug in die Werften. Diese Legierung war gelblicher als reines Kupfer und glich eher dem Messing. Seine Verarbeitung unterschied sich aber in keiner Weise vom Kupfer und seine Wirksamkeit gegen Bewuchs war nur wenig geringer. Es setzte sich bis Mitte des 19. Jahrhundert mehr und mehr durch und nach 1860 war z. B. die Mehrzahl der amerikanischen Schiffe damit beschlagen.

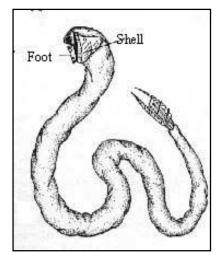
Alternativ gab man teilweise auch dem Zinkbeschlag den Vorzug, der zwar noch einmal deutlich billiger, nach verschiedenen Quellen allerdings auch weniger haltbar war, und das Fahrgebiet durch seine Klassifizierung einschränkte. Dem gegenüber sagte man dem von der französischen Firma 'La Veille Montagne Zinc Mining Company' in Liege hergestellten Zinkplatten nach, sie seien deutlich billiger, haltbarer und sie hielten das Unterwasserschiff genauso sauber wie Kupfer oder Muntz-Metal. Trotzdem wurde ein derartiger Beschlag am wenigsten verwendet.

Entgegen der weit verbreiteten Meinung, dass der Kupferbeschlag gegen den Bohrwurm (teredo navalis) einen sicheren Schutz bot, war er für die Larve der Muschel kein wirkliches Hindernis. Im frühesten Lebensstadium drang der Bohrwurm in Form von Plankton durch die kleinste Ritze der Beplattung und wurde hauptsächlich nur von der geteerten Filz- oder Papierschicht davon abgehalten, sein zerstörerisches Werk im Holzrumpf auf zu nehmen. Der größte Vorteil der Kupferung war, das Unterwasser-



schiff wirksam vor dem stark bremsenden Bewuchs zu schützen.

Erst die Entwicklung und der Einsatz von wirksamen Unter-

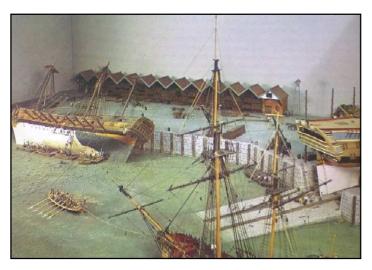


wasserschutzanstriche um 1900 machte die teure und aufwendige Arbeit des Beschlagens der Unterwasserrümpfe mit Kupfer- Yellow-Metal- oder Zinkplatten überflüssig.



2. Historische Arbeitsweisen:

Im Zeitalter der Entdeckungen und der damit verbundenen Ausweitung der Fahrgebiete in tropische Gewässer, spielte nun die Art der Verbolzung der Verbände, Außenhaut und Wegerung eine immer wichtigere Rolle. Bislang wurde die Verzimmerung mit Holznägel, eisernen Bolzen und Spiekern vorgenommen, wobei sich bald herausstellte, dass die Oxydation des Eisens in warmen Gewässern, in Verbindung mit dem hohen Sauerstoffgehalt des für tragende Verbände meist verwendeten Eichenholzes, extremer war und sich deshalb sehr nachteilig auswirkte. Man ging deshalb zu verzinktem Eisen über, wodurch sich die Haltbarkeit erheblich verbesserte. Schiffe dieser als 'eisenfest' bezeichneten Bauart wurden in der Wertigkeit ebenso klassifiziert, solange sie sich auf die Fahrt in wurmfreie Gewässer beschränkten.



Über diese Grenze hinaus forderte man einen Beschlag des Unterwasserschiffes mit Kupfer-, Yellow-Metal- oder Zinkplatten. Nach den Bestimmungen des Germanischen Lloyds und anderen Klassifikationsgesellschaften mussten für die sogenannte 'Atlantische Fahrt' innerhalb des Atlantischen, Indischen und Stillen Ozeans der Boden "bis zu einem Tiefgang gleich der halben Seitenhöhe mit Kupfer, Metal oder Zink beschlagen sein". Bei der 'Langen Fahrt' über beide Kaps hinweg, durfte der Beschlag nicht aus Zink sein und sein Abstand zum Oberdeck nicht mehr als ein Drittel der Seitenhöhe betragen. Wer also Segler für die 'Lange

Fahrt' baute, musste aber an Stelle der verzinkten Eisenbolzen durch Kiel, Steven und Beplankung Kupfer- oder Muntzmetallbolzen bis etwa 30 cm über Oberkante des Beschlags verwenden, andernfalls hätte sich durch Elementbildung Korrosion ergeben. Diese 'kupferfeste' Verbolzung war also Vorbedingung für einen späteren tropentauglichen Beschlag und verteuerte den Bau erheblich.

Als günstigere Alternative hielt sich bis in die Anfänge des 19. Jahrhundert die hölzerne 'Wurmhaut' oder 'Spikerhaut'. Das waren ca. 2 cm starke Ulmenplanken, die auf eine Schicht von



Kuhhaaren gelegt und mit unzähligen Nägel (Spikern) auf die Bodenbeplankung genagelt wurde, welche so eine fast geschlossene metallene Schicht bildeten. Am so ausgerüsteten, 1694 gebauten und 1715 gesunken Segler JOSIAH wurden, nach dem er viele Jahre später gehoben wurde, die Haare in fast perfektem Zustand vorgefunden, während die darüber genagelten Planken übel zerfressen waren. Statt der Tierhaare wurde auch manchmal gehacktes Blei oder Kupfer benutzt.

War keine Wurmhaut vorhanden, wurde der Rumpfboden zunächst 'gebrannt', d. h. mit brennendem Reisig abgeflammt und gereinigt, um dann mit

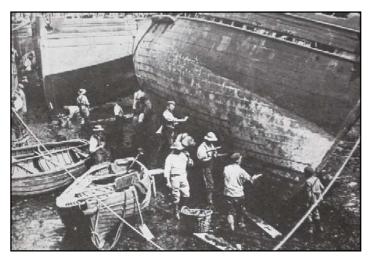


einer Mischung aus billigem Steinkohlen- oder Holzkohlenteer, Walöl und Schwefel dick eingeschmiert zu werden. Folgender Anstrich soll sich besonders gut bewährt haben:

Man kochte Kohlenteer mit Pech zusammen und nahm soviel von ersterem, dass die Masse elastisch war. Pro 100 Lasten und 10 Fuß Tiefgang gab man zehn bis zwölf Pfund Arsenik dazu und ließ die Mischung noch einmal vorsichtig aufkochen. Dann wurde sie warm auf den vorher gereinigten und mit Strohfeuer leicht abgebrannten Schiffsboden gestrichen, nach dem Erhärten die Unebenheiten glatt geschrapt und darüber noch roter englischer Kohlenteer und danach eine Pottlotmischung (*Graphit*) mit saurem Bier aufgemalt.

Für die in kleiner Fahrt beschäftigten Schiffe hielt man eine Mischung aus Talg und zerstoßenem Glas für ausreichend. Man glaubte, dass an einem solchen Boden kein Gras, keine Muschel und kein Bohrwurm mehr Gefallen fände.

Neue Schiffe wurden nicht immer schon auf der Helling gekupfert. Manche machten erst eine oder zwei Frachtfahrten in wurmfreien Gewässern und bezahlten vom erzielten Gewinn die Mehrkosten für den notwendigen Bodenschutz. Während dieser Reisen hatten die Schiffsverbände



und Holzverbindungen auch Zeit, sich zu setzten und zu stabilisieren, wodurch die Kalfaterung mehr oder weniger aus den Plankennähten gepresst wurde. Das Schiff wurde an Land gesetzt, der Unterboden gründlich gereinigt, geglättet und komplett neu kalfatert. Als nächster Arbeitsschritt wurde das Unterwasserschiff geteert und anschließend mit einer Schicht Teerpapier oder einer Schicht ¼ Zoll starkem geteerten Filz versehen. Diese Grundlage für die Metallplatten wurde mit kleinen, großköpfigen Persenningnägel befestigt, welche den heutigen Teerpappennägel ähnlich sind.

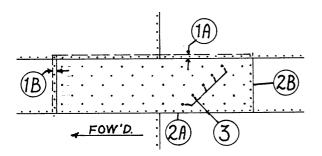
Die Kupfer- und Yellow-Metalplatten wurden in verschieden Stärken und verschiedenen Größen hergestellt. In England und Amerika waren sie allgemein 4 Fuss (121,92 cm) lang, und 12 Zoll (30,48 cm) oder meistens 14 Zoll (35,53 cm) breit, die holländische waren 120,00 cm mal 50,00 cm groß. Frankreich benutzte vor dem Jahr 1820 162,50 X 48,8 cm große Platten und danach Kleinere mit dem Maß 108,3 X 32,5 cm. Für besondere Stellen am Rumpf kamen manchmal auch Übergrößen zum Einsatz. Ihre Stärke wurde in Gewicht angegeben und so gab es sie von 14 Unzen pro Quadratfuß über 16, 18, 20, ... bis 32 Unzen pro Quadratfuß. Im Millimeter umgerechnet entspricht das folgenden Werten:

		14 oz = 0,48 mm 16 oz = 0,55 mm 18 oz = 0,62 mm 20 oz = 0,68 mm 22 oz = 0,75 mm	24 oz = 0,82 mm 26 oz = 0,89 mm 28 oz = 0,96 mm 30 oz = 1,03 mm 32 oz = 1,10 mm	
26°2 - 12	22 g) "	24 33 2000 mmon	26.23 2.20 2.20 2.20 2.20 2.20 2.20 2.20 2	Plattenverteilung aus: 'The Ship Builder's Assistant' von Charles G. Davis



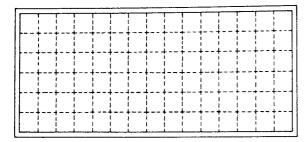
Diese unterschiedlich starken Platten wurden den unterschiedlich stark belasteten Zonen des Unterwasserschiffs zugeordnet. Dabei wurden allgemein die stärksten am Vorschiff, mittschiffs in Höhe der Wasserlinie, am Kiel und am Achtersteven mit Ruder verwendet.

Vor dem Anbringen der Platten müssen diese nach einer Vorlage für die Nägel gelocht werden. Dieses Nagelmuster wies von Nation zu Nation Unterschiede auf war schon verschiedentlich Anlass heftiger Diskussionen, ob das richtige oder falsche Schema gewählt wurde. Das mag für Kriegsschiffe gelten, unbestritten ist aber, dass amerikanische Handelschiffe nicht nur in Amerika, niederländische Handelsfahrer nicht nur in den Niederlanden und Englische nicht nur in Großbritannien neu gekupfert wurden, sondern dort, wo es möglich und gerade notwendig war. Die Nagelschemata folgten teils einer rautenförmigen, teils einer quadratischen Grundaufteilung, wobei die Ränder stets mit zusätzlichen Nägeln befestigt wurden.



- **1 A:** oberer Längsrand 1 Zoll überdeckt
- 1 B: vorderer Querrand 1 Zoll überdeckt
- **2 A:** unterer Längsrand mit 1 Zoll Überlappung ca. 1 ¾ Zoll Abstand zwischen Randnägel
- **2 B:** hinterer Querrand mit 1 Zoll Überlappung 8 Randnägel im Abstand von ca. 1 ¾ Zoll
- 3: 5 Mittlere Nagelreihen, gewöhnlich mit abwechseln 9 und 10 Nägel

Amerikanische Kupferplatte gezeichnet von Erik R. Ronnberg nach einer Originalaufnahme



Das Nagelloch wird jeweils im Schnittpunkt der Linien geprägt. An den Rändern wird mittig zwischen jedem Schnittpunkt ein zusätzliches Nagelloch gestanzt, so dass der Abstand zwischen den Randnägel ungefähr 1 ½ Zoll beträgt.

Holländische Kupferplatte nach H. A. van der Speck Obreen

Mit Kreide wird das Muster auf eine Platte aufgezeichnet und die Löcher auf einer glatten und ebenen Hartholzunterlage mit einem kleinen scharfen Locheisen ausgestanzt. Das Locheisen besitzt einen kleinen Ansatz oder Schulter, welche ein zu tiefes Eindringen in die Unterlage verhindert. An den Rändern wird nur jeweils der eine Längs- und Querrand vorgelocht, der dann am Rumpf die Nachbarplatte überdeckt. Die ungelochten Ränder werden erst nach dem Fixieren der Platte an ihrem vorgesehenen Ort, durch die Löcher der über diesem Rand liegenden Platte passgenau geprägt.

Durch die Löcher dieser Musterplatte werden alle weiteren Platten geprägt, indem man diese Schablone mit zwei oder drei Nägel genau über eine neue Platte heftet und dann durch die Musterplatte die Löcher der neue Platte ausstanzt. Das geht so lange, bis die Löcher der Musterplatte zu groß geworden sind und eine neue Platte als Schablone herhalten muss. Die so geprägten Platten sind aber nur für eine Schiffsseite geeignet, die Platten für die andere Seite müssen demzufolge den vorgelochten Querrand auf der anderen Seite haben.

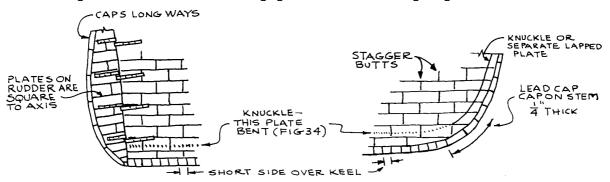
Über die richtige Vorgehensweise beim Befestigen der Kupferplatten scheiden sich wiederum die Geister, denn für fast alle Möglichkeiten gibt es scheinbar historische Belege. C. F. Steinhaus, Die Schiffbaukunst, II, Hamburg 1858 und W. J. M. Rankine 1866 beschreiben die am



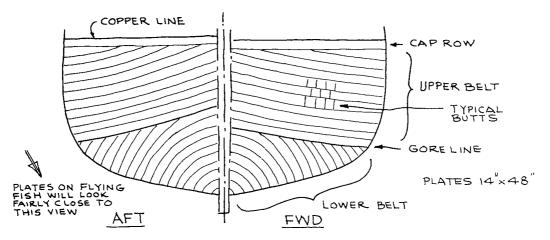
wirtschaftlichsten und zuletzt am häufigsten angewandte Methode, bei der man an der Ruderhacke beginnt und sich von hinten unten nach vorne oben arbeitet. Dabei überlappen die oberen Platten die unteren und die Vorderen die Hinteren, ähnlich wie Fischschuppen. In der späteren niederländischen Schiffbauliteratur dagegen herrscht laut Petrejus Einmütigkeit darüber, dass die Oberkante eines Ganges die Unterkante des darüber liegenden Ganges überlappte.

Licht in Dunkel bringt hier Peter Hedderwick mit seinem Werk: 'Marine Architecture', 1830, Teil 2, Kapitel 1. Nach ihm beginnt man mit der Arbeit am Besten mittschiffs am oberen Teil des Rumpfes und arbeitet gleichzeitig nach vorne und hinten weiter. Die Platten werden zuerst in der Plattenmitte festgenagelt, da sie sich ansonsten aufbeulen und nicht sauber am Rumpf anliegen. Die nächste Platte, ob davor, darüber, darunter oder dahinter kann nun trotzdem mit der entsprechend richtigen Überlappung befestigt werden, da auch sie zuerst nur in der Mitte befestigt wird und die Ränder unter der vorderen und über der oberen Platte genagelt werden können. Die Platte muss zuvor aber der Rumpfform mit dem Holzhammer angepasst werden. Auf diese Art befestigt man mehrere Reihen, bis man zur Kimm kommt bei der man vorläufig endet.

Bei größeren Schiffen wird nun meist die Vorderseite des Vorstevens mit ¼ bis ¾ Zoll starken Bleiplatten verblendet, welche noch zwei bis drei Zoll links und rechts über die Stevenseiten reichen. Bei allen anderen Schiffe werden in diesem Bereich die stärksten Kupferplatten angebracht. So arbeitet man sich weiter abwärts bis zum Kiel und bekupfert diesen bis zur Ruderhacke. Von hier aus arbeitet man sich nun Plattengang für Plattengang wieder nach oben, bis man im Kimmbereich die letzte Lücke mit schräg zugeschnittenen Platten schließt. Allen Varianten ist gemeinsam, dass die einzelnen Platten nach dem System einer Backsteinmauer zu einander liegen und keine Plattenkante gegen die Fahrströmung zeigt.

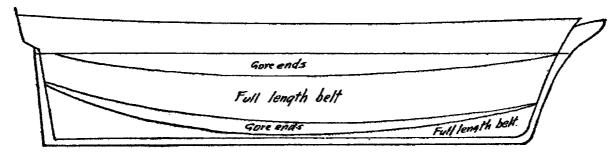


Zeichnung von Ben Lankford 'Flying Fish', 1980 Beachte: Den mit ¼ Zoll starken Blei-platten beschlagene Vorsteven und das rechtwinklig zur Ruderachse beschlagene Ruderblatt.



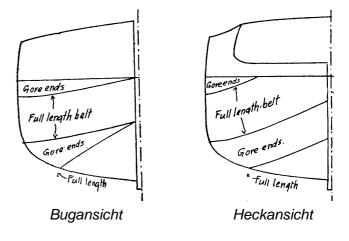
Zeichnung von Ben Lankford ,'Flying Fish' 1980, Beachte: Den Grenzbereich an der Kimm zwischen den beiden Plattengürtel und die Abschlussreihe etwas über der Wasserlinie.





Zeichnungen von Charles G. Davis, 'The Ship Model Builder's Assistant' 1926, Weitere Variante mit zusätzlich eingeschobenen schräg auslaufenden Plattengängen.

Zum Aufnageln der Bleche wurden zwischen 88 und 125 Nägel benötigt. Nach Rijk besaßen die geschmiedeten Nägel vor 1822 nach oben spitz zulaufende Vierkantköpfe. In England und später in Amerika wurden vor allem gegossene Senkkopfnägel benutzt, welche sich nach dem Einschlagen glatt an das anschmiegten und so weniger Ansatzpunkte für Anwuchs boten und außerdem den Wasserwiderstand verringerten. Auf dem Kontinent wurden lange noch Flachkopfnägel benutzt, die bei Reparaturen leichter zu entfernen waren, aber keine so glatte



Oberfläche ermöglichte. Die Nägel waren zwischen ¼ und 1 ½ Zoll lang und hatten einen relativ kleinen Kopfdurchmesser von ¾ bis ½ Zoll (9,53 – 12,7 mm)!

3. Die Realisierung im Modellbau

Planung:

Schon beim Bau meines ersten funktionsfähigen historischem Segelschiffmodel, der Schoneryacht 'AMERICA' im Jahre 1985 stand ich vor dem fast unlösbaren Problem, eine im Fahrbetrieb dauerhaft haltbare, optisch ansprechende und historisch richtige Kupferung des Unterwasserschiffs vornehmen zu sollen. Ich bin leider gescheitert und das eigentlich gut gelungene und sehr gut segelnde Modell fristet ein trauriges Dasein in einer dunklen Kellerecke. Damit möchte ich darauf verweisen, dass in kaum einem anderen Bauabschnitt ein Fehler solche Auswirkung auf das fertige Modell hat, wie ein minderwertiger Kupferbeschlag. Ich hatte nach dem Ratschlag von Fachleuten leider Kontaktkleber benutzt.

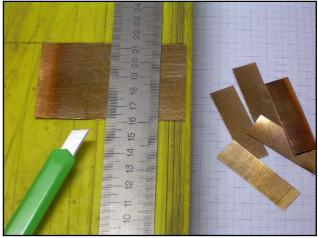
Um ein Scheitern zu vermeiden, gilt es vor Beginn unbedingt ein paar Fragen zu klären.

1. Materialwahl: Zweifellos eignet sich für die Nachbildung eines Kupferbeschlags am besten Kupfer, aber auch für eine Nachbildung einer Yellow-Metal- oder Zinkplatte ist es bestens geeignet. Im Neuzustand sieht Yellow-Metal zwar wie Messing aus, jedoch erodiert das Zink vor dem Kupfer so dass die Farbe nach einer gewissen Zeit die von mattem Kupfer war. Kupfer lässt sich mit eine Lötpaste und einem kleinen Lötbrenner sehr gut verzinnen, was dem Zink sehr nahe kommt und das Kupfer lässt sich einmal erwärmt noch besser an die Rumpfkontur anpassen. Kupferfolien werden in den verschiedensten Stärken und Ausführungen hergestellt und man kann sie, dem Internet sei Dank, auch finden und kaufen.



- **2. Maßstab:** Kupferfolie in der Stärke von 0,02 mm wirkt auch im Maßstab 1 : 100 noch realistisch, obwohl sie maßstäblich mindestens doppelt so stark ist, wie sie sein sollte. Eine Prägung der Nagelung sollte man aber unterlassen, denn auch am Originalschiff sticht sie nicht ins Auge. Wolfgang Keckeisen hat an seinem Modell JATHYNTE im Maßstab 1 : 48 0,05 mm starke Kupferplatten mit fein geprägter Nagelung angebracht, welche fantastisch wirkt und ungefähr die Grenze beschreibt.
- **3. Unterlagen:** Ist die Plattengröße und gegebenenfalls das Nagelschema nicht frei erfunden? Mir sind nur wenige Modellbaupläne bekannt, die detailliert die Plattengänge, die eingeschobenen Gängen und die Abschlussgänge wirklich richtig angeben! Ist das Plattenschema am Vorsteven (u. U. Bleiplatten), am Kiel, am Achtersteven, am Ruderscharnier (darunter oder darüber) und am Ruderblatt (rechtwinklig zur Ruderachse) geklärt? Welche Reihenfolge muss ich einhalten, um die richtigen Überlappungen der Platten zu erhalten?
- **4. Befestigung:** Im Fachhandel sind kleine, am Rand gelochte Kupferplatten erhältlich, welche man, sage und schreibe, mit kleinen Nägeln annageln kann! (Oh heiliger Klabautermann Das Böse ist immer und überall) Für die zweitschlechteste Möglichkeit halte ich Sekundenkleber, (wenn er nur dort kleben würde, wo er sollte und das viele Jahre) und Kontaktkleber. Beide Kleber sind nicht alterungsbeständig und man wird auf die Dauer keine Freude an ihnen haben. Bei meiner AMERICA waren nach 3 Jahren Fahrbetrieb fast alle Platten los, die JATHYNTE von Wolfgang hat jetzt nach 15 Jahren als Standmodell auch schon zwei Platten durch die Verwendung von Kontaktkleber verloren. Die mit gutem 5 Minuten Epoxydharz geklebten Kupferplatten meiner HESPER halten trotz regelmäßigen Segeltörns seit mehreren Jahren.
- 5. Patina: Da man heute so gut wie keine gekupferten Schiffe in Fahrt mehr sieht, hat so mancher seine eigene Farbvorstellung eines kupferbeschlagenen Unterwasserschiffs entwickelt. Dabei steht immer mehr oder weniger Grünspan im Vordergrund. Das ist nicht ganz richtig! Die Farbe eines sich in Salzwasser in Fahrt befindlichen Schiffes mit Kupfer- oder Muntzmetallbeplattung ist Pink! Ja wirklich Pink! Die pinke Farbe entsteht durch die bemerkenswerte Scheuerkraft des bewegten Wassers, welche den Grünspan nur in den Plattenkanten stehen lässt. Neues Kupfer ist glänzend Kupferbraun. Ist es der Luft ausgesetzt, wie bei der CUTTY SARK im Trockendock, wird es schrittweise braun. Ist das Schiff im Salzwasser, liegt aber eine Weile still, wird es ziemlich schnell komplett grün. Ist es aber nach längerer Liegezeit wieder eine Weile in Fahrt, wird das Kupfer zuerst um die Wasserlinie pink, um die Kimm und im Bodenbereich hält sich der Grünspan am längsten wo er mit der Zeit aber auch verschwindet. Wir haben also mehrere Möglichkeiten der Farbgestaltung, die aber zur Gesamtdarstellung des Modells passen sollte.







Plattenfertigung:

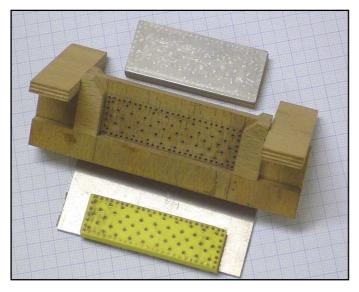
Kupferfolie eignet sich, je nach Maßstab, bis zu einer maximalen Stärke von 0,1 mm zum Kupfern von Modellrümpfen. Vor dem Zuschneiden des Tagesbedarfs sollte die Folie geglättet, die Rückseite des Kupfers mit feinem Schleifpapier von der Oxydschicht befreit und aufgeraut werden. Diese Folien lassen sich am Besten mit einem Skalpel oder einem scharfen Messer auf einer Scheidevorrichtung in gleich große Stücke schneiden.

Zum Prägen der Nagelstruktur sollte ein Prägewerkzeug hergestellt werden. Vor dem Gebrauch von Nadelroller oder Ähnlichem rate ich ab. Das immer gleiche Nagelschema lässt sich viel besser mit einem schnell und einfach herzustellenden Stempel realisieren. Als Presse für den Stempel benutze ich einen Schraubstock, wie er in jeder Bastelwerkstatt zu finden ist.

Auf einem 4 mm starken Buchensperrholz, deutlich größer als meine Platte, zeichne ich mittig die Platte in der benötigten Größe und ihr exaktes Nagelschema mit den Randnägel an allen 4 Seiten auf. Die Nagelpositionen werden mit einer Reisnadel leicht angekörnt und auf einer Ständerbohrmaschine durchbohrt. In meinem Maßstab 1:24 benutze ich dazu einen 0,8 mm Bohrer. Die gebohrte Platte wird mit Schleifleinen leicht abgezogen und über 2 mm starken Distanzbrettchen so auf eine ebene Unterlage fixiert, dass unter dem durchbohrten Bereich 2 mm Freiraum ist.



In jede Bohrung wird nun ein 0,7 mm starker harter Messingdraht gesteckt, so dass er unten die 2 mm übersteht. Dann wird er oben bündig mit der Plattenoberseite abgekniffen. Sehr vorsichtig feilt man sodann die überstehenden Drahtreste mit einer feinen Feile eben, ohne die Oberfläche der Sperrholzplatte zu beschädigen. Danach dreht man die Platte um und fixiert sie nun mit einem 0,1 mm starken Distanzblech genauso wie zuvor auf der Unterlage, nur dass nun der Freiraum unter den Bohrungen nur mehr 0,1 mm beträgt. Alle Messingstifte werden nun nach unten durchgedrückt, so dass sie alle unten 0,1 mm aus der Plattenunterseite überstehen. Die oben überstehenden Drahtreste werden abgekniffen und wieder mit eine feinen Feile der Oberfläche angeglichen. Wir erhalten so lauter gleich lange zylindrische Stifte, von denen ein Ende noch gerundet werden muss.



Dazu werden die Distanzbleche an der Unterseite entfernt, die Stifte nach oben durchgedrückt und die Platte plan auf der Unterlage fixiert. Mit Schleifleinen, Schleifgummi oder Ähnlichem werden nun die leicht überstehenden Stifte mit kreisenden Bewegungen lange bearbeitet, bis die Kanten am Stiftende aut abgerundet sind. Die Stifte werden nun aus den Bohrungen entfernt und vorerst sicher verwahrt.

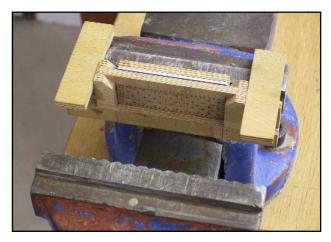
Im nächsten Arbeitsgang erhält die Sperrholzplatte unten, links und rechts von der aufgezeichneten Platte einen Rand, dessen Innenmaß unserer Plattengröße entspricht. Dann werden an ihrer Rückseite zwei einfache Holzwinkel angeleimt, mit der

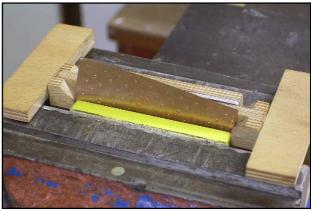


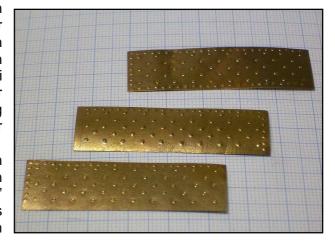
man die Platte an der hinteren Schraubstockbacke einhängen kann. Für das Negativ des Prägewerkzeugs benötigen wir etwas ABS – Kunststoff genau in der Plattengröße, legen es in den Stempelrahmen, in den wir alle Stifte eingesteckt haben und schon nach wenigen Probeprägungen hat das Negativ die gewünschten Vertiefungen.

Damit wäre unser Prägewerkzeug schon fertig. Damit sind wir in der Lage, alle erforderlichen Platten mit einem Stempel zu prägen. Insgesamt werden 3 verschieden geprägte Platten benötigt. Die normale Platte für die Steuerbordseite bekommt unten und am linken Rand eine Nagelreihe, während die Backbordplatte unten und am rechten Rand geprägt ist. Die zwei gegenüberliegenden Seiten werden nicht geprägt, dort werden sie von der vorderen und oberen Platte überdeckt. Die dritte Variante ist für die oberste Abschlussreihe und eignet sich für beide Seiten. Bei ihr bleibt nur die linke oder die rechte Seite ungeprägt, da sie nur von der vor ihr liegenden Platte überlappt wird. Die Stifte werden nur in die dem Plattentyp entsprechenden Löcher gesteckt, die Platte wird mit der Pinzette eingelegt, der Schraubstock zugedreht und die geprägte Platte mit der Pinzette entnommen. Der Nagelkopf ist nun deutlich erhaben auf der Platte zu erkennen, für die englisch/amerikanische Variante mit ihren Senkkopfnägel eigentlich zu deutlich. Wenn man nun mit Gefühl die Kupferplatte zwischen zwei Flächen von Hand zusammenpresst, bleibt der Nagel als Markierung auf der Platte erhalten, die Platte ist aber wieder fast glatt.

Zwangsläufig gibt es nun an manchen Stellen passend zugeschnittene Platten, deren zugeschnittener Rand im Original 'frei Schnauze' abgenagelt wurde. So ist es auch am Modell das Beste, dies von Hand nach Augenmaß mit einem Stift nachzuprägen.







Das Aufkleben:

Vor dem Verkleben der Platten sollte das Verlegeschema geklärt sein, und die Grenzenlinien der Plattengürtel auf dem Rumpf markiert werden. Die ersten Platten werden am Schiffsende beginnend, also am Achtersteven über die Ruderhacke und an der Kielunterseite angebracht. Sie enden an der Aufkimmung zum Vorsteven. Diese Platten wurden meistens quer zum Kiel mit einer Überlappung der Kielseiten von 2 – 3 Zoll angebracht. Dazu werden Platten normalen Formats in entsprechend lange Stücke geschnitten. Als nächstes wird von hinten unten nach vorne oben die erste Plattengürtel Reihe für Reihe angebracht. An den Schiffsenden, an der Grenzlinie zum



nächsten Plattengürtel, an welchen die Plattenreihen naturgemäß mit der Zeit schräg einlaufen, werden sie entsprechend schräg beschnitten. Bei den folgenden Gürteln wird genauso verfahren. Den oberen Abschluss bilden ein oder gar zwei Plattenreihen, bei Kriegsschiffen ca. 30 cm über der Wasserlinie, bei Handelsschiffen oft nur entsprechend ihrer Klassifizierung. Manchmal wurde auch eine Holzleiste als oberer Abschluss des Beschlages angenagelt. Der Vorsteven wird zum Schluss entweder mit sehr starken Bleiplatten (¼ Zoll), oder mit starken Kupferplatten beplattet, die 2 bis 3 Zoll über die Stevenseiten reichen.

Nachdem ich mit den Eigenschaften des Sekunden- und Kontaktklebers beim Aufkleben von Kupferplatten keine guten Erfahrungen gemacht habe, möchte ich nachfolgend meine Klebetechnik bei der Verwendung von 5 Minuten Epoxydharzkleber erläutern.

Das Tragen von Latex-Schutzhandschuhen ist bei dem intensiven Umgang mit Epoxydharz unbedingt erforderlich. Zum abkleben Fixieren und der benötigen wir mehrere Rollen transparentes Klebeband, welches möglichst etwas breiter als unsere Platten sein sollte (17 mm) und Kunststoffspatel. einen kleinen brauchen wir zwei kleine, farblich verschiedene Gefäße für Harz und Härter, 3 kleine verschiedenfarbige Rührstöckchen, Putzlappen oder Haushaltstücher, ein ca. 15 cm langes dünnes Brettchen in Plattenbreite und eine kleine, spitze Klammer. Um gute Klebeflächen zu erhalten, sollte der Rumpf und die Platten vorher angeschliffen und am Besten mit Aceton entfettet werden.

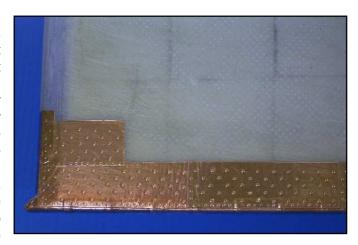


Der Rumpf wird so auf der Arbeitsfläche platziert, dass er bei guter Zugänglichkeit ein sicheres und bequemes Arbeiten erlaubt. Etwas abseits davon befestigt man an einer Tischkante mit einer kleinen Zwinge das dünne Brettchen so, dass es ungefähr 7-8 cm über die Tischkante ragt. Auf diesem Brettchen, ganz am Ende, wird mit der spitzen Klammer die zu klebende Kupferplatte, mit der Klebefläche nach oben, am Rand fixiert. Vor diesem Brettchen, auf dem Tisch werden in den zwei verschiedenfarbigen Gefäße je ein paar Tropfen Harz und Härter mit je einem farblich passenden Rührstöckchen sauber getrennt aufgestellt. Das dritte Rührstöckchen liegt mit den Putzlappen in Griffweite. Nun nehmen wir einen kleinen Tropfen Harz mit dem ihm zugeordneten Rührstöckchen und platzieren diesen auf der festgeklemmten Kupferplatte. Dann bringen wir auf die selbe Weise die gleiche Menge Härter auf die Platte und achten dabei, dass keine Verwechslung der Rührstöckchen stattfindet. Mit dem dritten Rührstöckchen wird nun der Kleber auf der Platte gründlich vermischt und verteilt, dann wird das Stöckchen mit dem Lappen gesäubert und beiseite gelegt.

Die Klammer wird entfernt und die Platte kann an dem ihr zugedachten Platz am Rumpf platziert werden. Hier wird sie nun vollflächig mit Klebeband abgeklebt, welches um die Platte gut angedrückt werden muss. Durch das transparente Klebeband kann sehr gut kontrolliert werden, ob nichts verrutscht ist. Den überschüssigen Kleber, der sich nun eingeschlossen unter der Platte befinden, drücken wir nun mit dem Kunststoffspatel in Richtung der nächsten anzuklebenden Platte (normalerweise Richtung Bug), bis er unter dem Klebeband erscheint oder sogar darunter herausquillt. Die Platte liegt nun dicht, glatt und satt am Rumpf an und darf keine Beulen mehr haben. Ohne Zögern schneidet man nun mit einem scharfen Messer vom Klebeband soviel ab, dass der Plattenrand, der von der nächsten Platte überdeckt wird, vom Klebeband frei ist. Der jetzt unbedeckte überschüssige Kleber muss nun schnell mit dem Lappen entfernt werden, solange er noch nicht abgebunden hat. Die Schnittkante des Klebebandes auf der Platte dient der nächsten Platte als Anschlag und hilft uns sehr, die folgende Platte sauber auszurichten.



Erst wenn so eine ganze Plattenreihe vom Heck bis zum Bug angebracht ist, wird das ganze Klebeband entfernt. Da der jetzt sichtbare Teil der Platte bis jetzt abgeklebt war, sind die Platten sehr sauber und müssen nur selten an den Stoßkanten vom Kleber nachgereinigt werden. Bevor man nun mit der nächsten Reihe beginnt, klebt man die letzte Reihe so ab, dass wieder nur der obere Plattenrand unbedeckt bleibt, der von der nun darüber folgenden Reihe überlappt wird. Das Klebeband dient dieser nächsten Reihe wieder als willkommene Anschlagkante, so dass ein sauberer Strak der Plattengänge kein Problem darstellt.







Diese manchmal eintönige Arbeit kann einen Modellbauer wochenlang beschäftigen - sie kann ihm dafür aber auch jahrzehntelang eine wahre Freude sein.

Das Patinieren:

Zu diesem Thema wurden schon die abenteuerlichsten Rezepte und Anleitungen veröffentlicht, von denen ich einige erfolglos getestet habe, für die anderen war ich nicht lange genug in der Schule. Schließlich fand ich, durch den Tipp eines Modellbaukollegen, eine unkomplizierte, ungefährliche, ungiftige und unkostspielige Möglichkeit, das Kupfer zum ausblühen von Grünspan zu bringen. Dazu nimmt man normalen Essig (Salat- oder Gewürzessig) und Speisesalz aus der heimischen Küche.

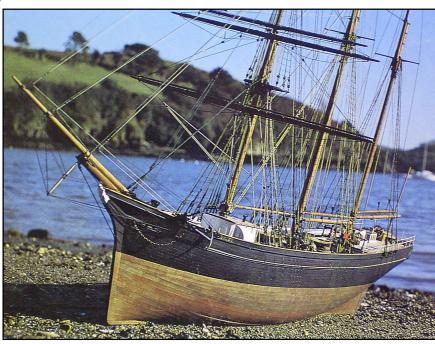


In einem leeren Marmeladenglas mischt man einen ¼ Liter Essig so lange mit Speisesalz, bis eine gesättigte Lösung entsteht, das heißt, bis sich im Essig kein Salz mehr löst und es sich auf dem Boden absetzt. Mit einem Borstenpinsel streicht man dieses Gemisch nun auf die Kupferfläche auf. Die Lösung wird nun auf dem glatten Kupfer durch die Kohäsion sofort Tropfen bilden und wieder abperlen. Um das zu verhindern, bringen wir durch kreisende Bewegungen mit dem Borstenpinsel die Flüssigkeit dazu, Schaum zu bilden. Dieser Schaum wird schon nach



kurzer Zeit durch den schnell entstehenden Grünspan hellgrün. Er lässt sich mit dem Pinsel ohne Probleme über die ganze Fläche verteilen und schon nach wenigen Stunden ist die Oberfläche komplett vom Grünspan überzogen.

Den Essigschaum kann man einfach mit Wasser abwaschen. Mit einem Metallputzmittel, mit Stahlwolle oder wieder mit Essig kann man die Färbung an den Flächen, wo sie nicht erwünscht ist, wieder entfernen,. Wenn man die Beplattung mit Stahlwolle abzieht, ergibt sich der schöne Effekt, dass der Grünspan an den Plattenkanten und an der Nagelprägung erhalten bleibt, die Plattenfläche aber sauber wird und Kanten und Nägelprägungen schön zur Geltung kommen. Sollte das erzielte Ergebnis nicht gefallen, lässt sich die komplette Kupferung wieder säubern und man versucht es einfach noch einmal.



Literaturnachweis:

Rabbel, Jürgen Rostocker Windjammer Hinstorff Verlag, Rostock 1983

Petrejus, E. W. Das Modell der Brigg IRENE Delius Klasing & Co, Bielefeld 1988

Paasch, H. Capt. Vom Kiel zum Flaggenknopf Eckardt & Messtorff, Hamburg 1901

Davis, Charles G. The Ship Modell Builder's Assistant Dover Publications, Inc. New York, 1926 Reprint 1988

Ronnberg, Erik A. R. Hesper of Boston, 1884 Nautical Research Journal, 1994

Hedderwick, Peter Marine Architecture Edinburgh, 1830

Monteiro, Paulo HMS Pallas The Pallas Project, 2000

Wegner, Dana Curator of Models for the US Navy The Copper Plating Question