

Seite

2	1. Einleitung
2	2. Der Einsatz von Epoxidharzen
2	3. Grundsätzliche Vorbereitungen
2	1) Der Feuchtigkeitsgehalt
3	2) Reinigung der Oberfläche
4	4. Anwendungstechniken von Epoxid - Ein Wort über Sicherheit
4	1) Verklebungen
5	Verbinden mithilfe von Klebenähten
5	Die glasfaserverstärkte Klebnaht
5	Beschichten
6	Glasfaserverstärkte Beschichtungen
7	Spachteln und Glätten
8	Glätten:
8	Reparatur von verwittertem Holz
8	5. Vorbereitung des Rumpfes
8	1) Anforderungen an die Umgebung
9	2) Zugänglichkeit der Einzelkomponenten
9	6. Anmerkungen zur Reparatur verschiedener Rumpftypen
9	1) Rümpfe in Klinkerbauweise
9	Befestigung der Planken
10	Beschichtung
10	Glasfaserverstärkte Beschichtung der Außenhaut
10	Beschichtung der Innenseite
10	2) Rümpfe in Karweelbauweise
11	Vorbereitung der Plankennähte
11	Befestigung der Planken
11	Glasfaserverstärkte Beschichtungen bei
11	Karweelrümpfen
12	Strukturelle Verbesserungen an karweelgebauten Rennyachten
12	Spantkonstruktion
12	3) Mehrlagig beplankte Rümpfe
12	Reparatur von abgelösten Planken
13	Verstärkung von mehrlagigen Rümpfen
13	4) Sperrholzümpfe
13	Ersatz von Sperrholzpaneelen
14	Glasfaserverstärkte Beschichtung von
14	Sperrholzümpfen
14	Reparatur von beschädigtem Sperrholz

Wiederaufbau und Restauration von hölzernen Booten und Yachten

1. Einleitung

Die Holz-Epoxid-Verbundtechnologie, mit der beim Neubau von Booten und Yachten aus Holz bereits seit langem hervorragende Ergebnisse erzielt werden, hat sich ebenfalls bei der Restauration alter Holzboote bestens bewährt; selbst bei solchen, die bereits ein fortgeschrittenes Stadium des Verfalls erreicht haben. Diese Schiffe wieder in einen seetüchtigen Zustand zu versetzen, wäre Mithilfe traditioneller Bootsbaumethoden häufig überhaupt nicht möglich oder aber unerschwinglich. Trotzdem gelingt es heute auch dem engagierten

Laien und Amateurbootbauer, bei durchdachter Planung, sorgfältiger Vorbereitung und genauer Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften, traditionell gebaute Holzboote erfolgreich zu restaurieren. Dabei werden solche Boote nicht selten in einen Zustand versetzt, der im Hinblick auf Steifigkeit und Stabilität der Konstruktion, den ursprünglichen Neuzustand bei weitem übertrifft und der dabei den Pflegeaufwand auf ein Minimum herabsetzt!

2. Der Einsatz von Epoxidharzen

Bei traditionell gebauten Holzrümpfen, in deren Konstruktion keinerlei Verklebungen vorgesehen sind, kommen auch klassische Beschichtungen zur Anwendung wie z.B. einkomponentiger Bootslack. Diese Materialien sind einerseits ausreichend flexibel um ein „Arbeiten“ des Holzes zu verkraften, andererseits haben sie trotzdem eine gewisse Schutzfunktion.

Epoxidharze können nicht als Ersatz für derartige Produkte angesehen werden, sondern stellen eine Alternative im Rahmen eines umfassenden Wiederaufbaukonzeptes dar. Der umfassende Einsatz von Epoxid Produkten ist nur an solchen Holzbooten gerechtfertigt, die einer wirklichen Renovierung bedürfen und nicht nur einer Wiederauffrischung im Rahmen der allgemeinen Pflege.

Epoxidharze in Form von Klebstoffen, Beschichtungen, Spachtelmassen und Laminierharzen haben sich für diese Art von Arbeiten als außerordentlich geeignet erwiesen. Die Möglichkeit der Anpassung an die unterschiedlichsten Aufgabenbereiche macht Epoxid außerordentlich vielseitig.

Als Beschichtungsmaterial eingesetzt sind Epoxidharze in der Lage, die Feuchtigkeitsschwankungen von Holz in maritimer Umgebung praktisch auf Null zu reduzieren! Bei einer zusätzlichen Armierung der Beschichtung mit Glasfasern lässt sich zudem eine Verstärkung des Rumpferverbandes erreichen die oft als Ersatz für eine aufwendige Neubepunktung dienen kann!

Durch Andicken mit verschiedenen Zuschlagstoffen erhalten Epoxidharze hervorragende Fülleigenschaften, nicht nur für Spachtel und Klebearbeiten, sondern auch für so spezielle Anwendungen wie z.B. das druckfeste Ausbuchen von Bolzenlöchern. Bei Auswahl des richtigen Harzes und dessen

korrekter Anwendung ist es sogar möglich, angerottetes Holz zu versiegeln und zu verstärken, vorausgesetzt, es ist trocken genug.

Abhängig von der ursprünglichen Bauweise und dem Zustand des Schiffes können die einzelnen Reparaturtechniken sowie der Grad der hierfür erforderlichen Vorarbeiten variieren, die übergeordneten Ziele und deren Umsetzung bleiben jedoch in der Regel die gleichen:

1. Epoxidkleber werden verwendet, um einen innigen Verbund der einzelnen Rumpfelemente zu erreichen und so eine solide Einheit zu erzielen.
2. Eine wasserdampfdichte Epoxidharzversiegelung bewirkt eine Verstärkung und dimensionsstabile Versteifung der Holzstruktur und unterbindet ein „Arbeiten“ des Holzes.

Beide Punkte sind für einen sicheren Erfolg des Projektes aus folgenden Gründen von größter Bedeutung: Würde eine Epoxidverleimung ohne die dazugehörige Feuchtigkeitssperrende Beschichtung durchgeführt, so könnten die einzelnen Rumpfkompenten (Planken, Spanten etc.) durch Feuchtigkeitsaufnahme zu quellen beginnen. Da sie jedoch an den Leimfugen blockiert sind, würde dieses unweigerlich zu einer Verwerfung des Bauteils führen.

Im umgekehrten Fall einer wasserdichten Versiegelung ohne festen Verbund der einzelnen Rumpfkompenten würde die Beschichtung an den Stößen zwangsläufig überlastet, was hier zu einem Bruch mit eventuellem Wassereintritt führen könnte. Dieses wäre von großem Nachteil, zumal das Holz durch die Einkapselung daran gehindert ist, durch Aufquellen derartige Spalten wieder zu schließen!

3. Grundsätzliche Vorbereitungen

1) Der Feuchtigkeitsgehalt

Bei der Verarbeitung von Epoxidharzen ist die Feuchtigkeit des Holzes von größter Bedeutung, da ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt sowohl die Langlebigkeit des Holzes, als auch die Funktion von Epoxidverklebungen und - Beschichtungen negativ beeinflusst.

Wie bereits erwähnt, sollte die komplette Versiegelung von Rumpf und Deck das Ziel einer vernünftigen Totalrestauration sein. Bevor jedoch eine solche Arbeit ins Auge gefasst werden kann, ist es sehr wichtig, den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes zu bestimmen. Nur so kann man sicher sein, dass das Holz in einem für das Vorhaben optimalen Zustand ist.

Im Gegensatz zu den konventionellen Beschichtungsmethoden zeichnet sich Epoxid durch seine Dampfdurchlässigkeit und die überlegenen mechanischen Eigenschaften aus. Herkömmliche Beschichtungssysteme wie z.B. Ein und Zweikomponenten-

Lacke sind gegenüber Feuchtigkeit weitaus durchlässiger. Dieser Nachteil wurde bei den traditionellen Bauweisen in Ermangelung besserer Materialien notgedrungen in Kauf genommen. So konnten dann auch die verwendeten Hölzer auf einem recht hohen Feuchtigkeitslevel in einer Größenordnung von 18 - 25% verarbeitet werden.

Wird das Holz jedoch permanent auf diesem Niveau gehalten ist das baldige Einsetzen seines Zerfalls kein Wunder, da bereits 18 - 20% als der Schwellenwert für die Aktivität holzersetzender Pilze angesehen wird. Diese Pilze ernähren sich von Zellulose und Lignin, aus denen das Holz aufgebaut ist.

Aus diesem Grund erschien es sinnvoll, Rumpfe aus Hölzern mit einer hohen natürlichen Resistenz gegen Fäulnis zu bauen, so dass entweder besonders dichte und schwere Sorten zum Einsatz kamen (Eiche, Mahagoni) oder aber solche mit einem von Natur aus hohem Gehalt an schützenden Harzen oder Ölen. (Lärche, Pitchpinie).

In jedem Winterlager tritt eine periodische Trocknung der Rumpfe ein. Während der Trockenphase unterliegen die Planken einem gewissen Maß an Schrumpfung. Dieser Trocknungsprozess würde fortlaufen, bis ein Gleichgewichtszustand zwischen Holzfeuchte und relativer Luftfeuchtigkeit hergestellt wäre; vorher wird es allerdings meistens wieder Frühling! Beim erneuten Zuwasserlassen nimmt das Boot dann anfänglich ein hohes Maß an Wasser auf, bis die entstandenen Spalten durch Expansion der Planken wieder geschlossen sind.

Epoxidversiegelungen wurden geschaffen, um die mit diesem Prozess verbundenen Nachteile zu beseitigen. Damit dies möglichst wirkungsvoll geschieht, muss zunächst der Feuchtigkeitsgehalt des Rumpfes auf ein Maß reduziert werden, bei dem kein Abbau des Holzes mehr stattfinden kann. 15% werden hier als Richtwert angesehen und auf diesem Niveau kann das Holz mit der passenden Epoxidbeschichtung völlig von äußeren Einflüssen isoliert werden. Die Vorteile in Bezug auf den verringerten Pflegeaufwand sind offensichtlich.

Der zweite wichtige Gesichtspunkt im Hinblick auf die Holzfeuchte ist die Auswirkung von Feuchtigkeit auf die Verbindung von Epoxidharz und Holz. Die meisten Klebstoffe und Beschichtungen erzielen ihre besten Ergebnisse auf „trockenem“ Holz, nur bei einigen sind auch Holzfeuchtigkeiten um 20 % vertretbar. Unter den Klebstoffen fallen besonders die klassischen Resorcinharzleime in diese Kategorie, bei den Beschichtungen sind dies vor allem die Lacke auf Öl Basis.

Epoxidharzprodukte, und hier besonders die lösungsmittelfreien Systeme, bei denen Harz und Härter nicht in einem Verdüner gelöst werden, sind vor ihrer vollständigen Aushärtung besonders empfindlich gegen Feuchtigkeit. Der Grund hierfür liegt darin, dass Feuchtigkeit sowohl die Durchtränkung der Holzfaser als auch die Aushärtung des Produktes behindert.

Im Optimalfall, mit einer Holzfeuchte von 7 - 12% und einer Temperatur von 15 - 20°C, kann das Epoxid 12mm tief in die Holzstruktur eindringen. Ein Übermaß an Feuchtigkeit reduziert die Durchtränkung der Fasern stark; die Haftung des Klebstoffes oder der Beschichtung verschlechtert sich.

Darüber hinaus beeinträchtigen die Wassermoleküle die chemische Härtingsreaktion: Durch Reduktion der Amin Härterkomponente werden Harz und Härter daran gehindert, sich zu einer starren Kunststoffstruktur zu vernetzen der Härtingvorgang wird unterbrochen! Diese Unterbrechung beeinträchtigt das Endprodukt so stark, dass der zu erwartende Feuchtigkeitsschutz sowie andere technische Eigenschaften nicht voll entwickelt werden können.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass man Epoxidharzprodukte am besten auf trockenem Holz und bei Raumtemperatur verwendet!

2) Reinigung der Oberfläche

Alle vorhandenen Farb- oder Lackschichten, sowohl im Innen als auch im Außenbereich des Rumpfes sollten vor der Bearbeitung gründlich entfernt werden. Hierfür bieten sich prinzipiell verschiedene Möglichkeiten an:

1. z.B. ein Zugschaber, eine Heißluftpistole oder chemische Abbeizmittel wie „Hempel Paint Stripper“
2. Eine elektrische Heißluftpistole ist für den Amateur wohl das günstigste Mittel zum Entfernen geringer Mengen alter Farbschichten, zumal sie bei den klassischen Öl- und Lackfarben besonders wirkungsvoll arbeitet.
3. Bei Verwendung eines herkömmlichen Abbeizmittels ist Vorsicht geboten, da diese Produkte Rückstände auf der Oberfläche hinterlassen könnten, die die Qualität und Haftung einer nachfolgenden Epoxidbehandlung beeinträchtigen (z.B. Terpentin).

Ein sehr bequemes und sicheres Verfahren zur chemischen Entfernung alter Farben und Lacke (auch Antifouling!) stellt das Hempel Paint Stripper Abbeizsystem dar. Hierbei handelt es sich um eine Paste über die nach dem Auftragen Alufolie gelegt wird. Nach einer Einwirkzeit von 2-24 Stunden (je nach Temperatur und Schichtdicke der Farbe) kann die mit Paint Stripper behandelte alte Farbe abgezogen werden.

Eine weitere Möglichkeit ist das Sandstrahlen. Es ist ohne Zweifel die effektivste Methode, um sämtliche Spuren einer vorhandenen Beschichtung zu entfernen. Allerdings ist hier größte Vorsicht geboten, da diese Technik auch die Holzoberfläche stark angreift. Für eine derartige Arbeit sollte daher ein ausgebildeter Fachmann bestellt werden. Eine sandgestrahlte Oberfläche ist geradezu ideal für die Absorption von Epoxidharzen und das Holz eine gute Trocknung vorausgesetzt kann das Harz ca. 3-4 mm tief aufnehmen.

Vor dem Auftrag von Klebstoffen oder Beschichtungen sollte die Oberfläche mit 60er Sandpapier einen Grobschliff erhalten

und der Staub mit einem Staubsauger entfernt werden. Danach muss eine Reinigung der Oberfläche mit SP Solvent A (oder einem anderen schnell verdunstenden Lösungsmittel) erfolgen. Vor dem Beginn der Arbeit muss dieses jedoch vollständig (geruchsfrei) verdunstet sein, da es sonst unter dem Epoxid im Holz eingeschlossen wird und sich bei späterer Wärmeeinwirkung die Beschichtung wieder ablösen kann!

4. Anwendungstechniken von Epoxid - Ein Wort über Sicherheit

Wie bei allen Chemikalien kann der unsachgemäße Umgang oder Missbrauch von Epoxidprodukten zu erheblicher Gefährdung der Gesundheit führen. Es ist daher äußerst wichtig, gewisse Sicherheitsregeln beim Umgang mit diesen Produkten zu beachten.

Im völlig ausgehärteten Zustand sind Epoxidharze, ein korrektes Mischungsverhältnis vorausgesetzt, ungefährlich. Im flüssigen Zustand jedoch muss ein direkter Hautkontakt auf jeden Fall vermieden werden, denn sowohl Harz als auch Härter enthalten Reizstoffe, die zu einer Sensibilisierung der Haut und bei längerem fahrlässigem Umgang zu allergischen Reaktionen führen können. Bei jeder Arbeit mit Epoxidharzen müssen daher Handschuhe getragen werden. Am besten bewähren sich SP-Einweghandschuhe, langärmelige Kleidung ist empfehlenswert.

Wie bei allen Lösungsmitteln muss auch beim Umgang mit lösemittelhaltigen Epoxidharzen (SP 300) sowie Reinigungs- und Verdünnungsmitteln Hautkontakt und ein Einatmen der Dämpfe verhindert werden, d.h. es ist für eine ausreichende Belüftung zu sorgen oder eine Atemschutzmaske zu tragen. Auch für Füllstoffe und Schleifstäube gilt: nicht einatmen!

Die Hygiene am Arbeitsplatz sollte zur Routine werden: Vor der Arbeit ist der Gebrauch von Schutzcreme anzuraten (unsichtbarer Handschuh), während der Arbeit sollte nicht gegessen oder geraucht werden und hinterher, besonders nach Schleifarbeiten ist ein gründliches Waschen erforderlich. Auch auf einen sauberen Arbeitsplatz und saubere Arbeitskleidung muss geachtet werden.

1) Verklebungen

Für einfache Verklebungen der meisten Hölzer sind folgende SP-Epoxidharze gleichermaßen einsetzbar:

- SP106
- SP320
- SP370
-

Eine Einschränkung gilt jedoch für Verklebungen von Teakholz oder Eiche, dass SP370 Spabond der Vorzug gegeben werden sollte, da es in Bezug auf Haftung und Klebekraft das beste Produkt ist!

Bei Epoxidklebern handelt es sich ausschließlich um lösungsmittelfreie Typen, d.h. sie sind nicht mit organischen Lösungsmitteln verdünnt wie es z.B. bei den meisten Farben

und Lacken der Fall ist. Ihre Viskosität lässt sich am besten mit der von dünnem Sirup vergleichen. Sie zeichnen sich durch äußerst geringe Schrumpfung während der Aushärtung aus (weniger als 2%), sind geruchsarm und haben nach Beigabe der geeigneten Füllstoffe ein fast unbegrenztes Füllungs- und Oberbrückungsvermögen.

Durch Verwendung von entweder „schnellem“ oder „langsamem“ Härter lassen sich unterschiedlich lange Topf und Verarbeitungszeiten erreichen. Von besonderer Bedeutung ist die so genannte Gelierzeit. Sie gibt an, wie lange ein gemischter Ansatz bei Raumtemperatur verarbeitungsfähig bleibt. Eine kurze Gelierzeit von 10-12 Minuten ist angebracht bei schnellen, kleinflächigen Verklebungen (Einspannzeit nur 2 bis 5 Stunden) während sich ein System mit einer Gelierzeit von 35-40 Minuten auch für großflächige Arbeiten z.B. an Decks eignet, wo eine längere Verarbeitungszeit gewünscht wird.

Durch Zusatz von Füllstoffen lassen sich sowohl die Verarbeitungs- als auch die technischen Eigenschaften des Endproduktes auf den jeweiligen Anwendungszweck hin abstimmen.

Für 90% aller Klebearbeiten sind SP Mikrofasern die richtige Wahl. Sie bringen in Bezug auf die Klebekraft die besten Ergebnisse und durch ihre guten Fülleigenschaften wird ein Auslaufen aus der Fuge, als auch ein völliges Wegsacken des Klebers in das Holz, verhindert. Die Zugabemenge richtet sich nach dem Anwendungszweck und liegt normalerweise zwischen 10 und 30 Volumenprozent. Eine Unterschreitung dieser Menge ist z.B. auf stark absorbierenden Nadelhölzern angebracht, hingegen liegt die erforderliche Menge bei Harthölzern etwas höher.

Colloidal Silica ist ein reines Andickungsmittel, es gibt dem Gemisch eine butterartige Konsistenz und unterbindet das Abfließen an senkrechten Flächen. Es reduziert allerdings auch das Eindringen in jeden saugenden Untergrund; um dennoch eine gute Haftung auf Holz zu erzielen wird es in den meisten Fällen nützlich sein, die zu behandelnde Oberfläche zunächst einmal mit einer unangedickten oder nur leicht mit Mikrofasern versetzten Epoxidmischung zu „grundieren“. Ohne diese Vorarbeit bestünde das Risiko, dass die Verklebung aufgrund mangelhafter Eindringtiefe Ablösungserscheinungen zeigt!

Die „kugelförmigen“ Füllstoffe SP Glaskugeln und SP Microballoons werden manchmal als Ersatz für Mikrofasern dort verwendet, wo es nicht so sehr auf eine maximale Stärke der Klebeverbindung ankommt (z.B. bei Verklebung von Weichhölzern) oder aber dort, wo eine ausreichend große Klebefläche zur Verfügung steht (z.B. beim Formverleimen einzelner Furnierlagen). Darüber hinaus haben sie den Vorteil der Gewichtersparnis gegenüber ungefülltem Harz. Wegen der guten Schleifbarkeit des ausgehärteten Harzes eignen sie sich sehr gut für kosmetische Spachtelarbeiten.

Wegen ihrer braunen Farbe eignen sich SP Microballoons gut für unauffällige Verklebung an Mahagoni. Hierfür ist eine Beimischung von mindestens 30% Mikro-fasern zur Unterstützung der Klebkraft, sowie je nach Farbton eine Zugabe von 510% Microballoons erforderlich. Bei Verwendung von Microballoons verkürzen sich außerdem die Gelier- und Aushärtungszeiten, da der Phenolanteil die Reaktion beschleunigt.

Verbinden mithilfe von Klebenähten

Die so genannten „Fillet Joints (etwa: Klebe-Hohlkehle nähte) sind eine Verbindungstechnik die überall dort eingesetzt werden kann, wo zwei Hölzer winklig aufeinander treffen. Hier zeigen sich Epoxidharze gegenüber anderen Leimen und Klebstoffen besonders überlegen. Eine mit angedicktem Epoxidharz ausgeführte Klebenaht liefert nicht nur eine mechanisch hochbelastbare Verleimung, sondern spart gegenüber anderen Verbindungsmethoden wertvolles Material und Zeit.

Zwei grundlegende Punkte sind bei der Ausführung einer Verbindung dieser Art zu beachten:

1. Die sachgerechte Dimensionierung der Klebenaht
2. Die Auswahl der geeigneten Füllstoffe.

Ist die Verklebung korrekt bemessen worden so ist sichergestellt, daß das Holz bei Überbelastung vor der Klebenaht bricht! Für eine den Anforderungen genügende Bemessung der Klebenaht sind verschiedene Kriterien von Bedeutung: einerseits das verwendete Epoxidharzsystem und die beigemischten Füllstoffe, andererseits die Materialstärke der zu verklebenden Bauteile und die Belastung, der das Bauteil später ausgesetzt ist (tragendes Bauteil oder nicht). Die Materialstärke und der Radius der Leimnaht stehen hierbei in direkter Relation zueinander. Als Faustformel für eine tragende Verbindung zweier Teile die unter ca. 90° aufeinandertreffen gilt :

$$r = 4 \times t$$

wobei t die Materialstärke und r der Radius der Klebenaht ist. Verwendet wurde in diesem Gedankenbeispiel mit Mikrofasern angedicktes SP 106. Kommt anstelle von Mikrofasern ein kugelförmiger Füller wie z.B. Microballoons zum Einsatz, vergrößert sich die notwendige Leimnaht auf die sechsfache Materialstärke.

Als nächstes ist also die Frage der zu verwendenden Füllstoffe zu klären: Die schwersten Materialien liefern auch die stärksten Klebenähte, in diesem Fall ein Hauptanteil Mikrofasern dem eine geringere Menge Colloidal Silica beigegeben wird. Im Vergleich zu den Alternativstoffen Microballoons (oder Glaskugeln) zusammen mit Colloidal Silica, können Mikrofasern-Klebenähte bei gleicher Belastbarkeit wie bereits erwähnt erheblich kleiner dimensioniert werden. Der bei beiden Mischungen verwendete Anteil an Colloidal Silica unterbindet einerseits ein Nachsacken

des Gemisches, das sonst im Verlauf der Aushärtung auftreten würde, andererseits „schmiert“ es die Masse, so dass sich leichter eine sauber gerundete Hohlkehle herstellen und damit der spätere Schleifaufwand möglichst gering halten lässt.

Es ist also nahe liegend, beim Einbau strukturell tragender Verbände der schwereren, hochdichten Füllstoffvariante den Vorzug zu geben und den letztgenannte nur für strukturell schwächere Verklebungen einzusetzen, z.B. beim Einkleben von dünnen Sperrholzplatten oder aber dort, wo das verwendete Holz ohnehin eine relativ geringe Festigkeit aufweist (z.B. Verklebung von Weichhölzern).

Bei naturlackierten Bauteilen aus dunklem Holz kann auch die Farbe der Verklebung eine wichtige Rolle spielen; hier wird der Mischung meist ein gewisser Anteil Microballoons zugesetzt, um ihm eine rötlichbraune Farbe zu geben.

Nach ihrer Aushärtung sollte die Verklebung leicht angeschliffen und danach mit zwei Anstrichen ungefülltem SP 106 oder SP 320 zum Schutz vor Feuchtigkeit versehen werden die sonst über die Füllstoffpartikel absorbiert werden könnte. Wartet man den richtigen Zeitpunkt einer Teil-Gelierung (zähe Phase) des Harzes ab, kann dieser Vorgang auch „naß-in-naß“ durchgeführt werden. Dabei kann man die Oberfläche der Füllnaht gleichzeitig mit dem Pinsel modellieren und versiegeln, was viel Zeit spart.

Die glasfaserverstärkte Klebenaht

Beide o.a. Klebenahttypen lassen sich zusätzlich durch Glasfasergewebeeinlagen, beispielsweise aus doppel diagonalem E-Glastape XET300 verstärken. Dieses wird in Form unterschiedlich breiter Streifen (50/125mm) in die Naht und über deren Randbereiche hinweg laminiert. Ein 50mm breites 300g/qm E-Glas Diagonaltape ist ausreichend für Verklebungen an bis zu 8mm starkem Sperrholz, wohingegen ein 125mm breites Band für Verklebungen von 815mm Sperrholz verwendet werden sollte. Die Faserrichtung der Verstärkung muss immer im Winkel von 45° zur Verklebung verlaufen, um die Scherspannung auf die Klebenaht besser aufnehmen zu können. Für kleinere Anwendungen erfüllt ein diagonal in passende Streifen geschnittenes Gewebe den gleichen Zweck wie das praktische XET300.

Beschichten

Für Beschichtungsarbeiten sind die folgenden SP Epoxidharze geeignet:

Die lösungsmittelfreien Systeme SP106 und SP320 Spacote, sowie SP Eposeal 300 welches organische Lösungsmittel enthält. Zum Beschichten von Bootsrümpfen wird normalerweise die erste Gruppe bevorzugt, da zum Aufbau einer feuchtigkeitssperrenden Versiegelung weniger Schichten erforderlich sind.

Für klare Beschichtungen ist hierbei SP320 Spacote in Bezug auf Oberflächenqualität (Transparenz, Glanz, Verlauf, Klarheit, etc.)

und starken Schichtaufbau das überlegene System. Die Schutzfunktion der Beschichtung ist einerseits abhängig von der Schichtdicke und andererseits vom Härtegrad des verwendeten Produkts. In beiden Punkten sind die lösungsmittelfreien Typen unübertrefflich. Um eine ausreichende Schichtstärke von 0,4-0,5mm zu erzielen, sind bei einem klaren, lösungsmittelfreien System wie SP320 Spacote oder SP106 3-4 Schichten erforderlich. Bei Verwendung eines lösungsmittelhaltigen Produktes wie z.B. Eposeal 300 wären hier mindestens doppelt so viele Aufträge notwendig. Darüber hinaus ergibt sich der Vorteil einer schnelleren Aushärtung, da keine flüchtigen Verdüner vorhanden sind die bei schlechter Belüftung in der Beschichtung eingeschlossen werden könnten. Bei Lösungsmittleinschlüssen bleibt das Harz weich und es kann zu Blasenbildung und Ablösungen kommen. Außerdem ist aufgrund der hervorragenden Klebeeigenschaften der lösungsmittelfreien Systeme auch die Untergrundhaftung in der Regel besser.

Das lösungsmittelhaltige SP Eposeal 300 dient vorwiegend als erste Beschichtung stark saugender Hölzer, da es besonders tief in die Oberfläche eindringt und diese gegen ein weiteres Wegsacken der Folgeschichten absperrt. Es hat außerdem den Vorteil einer sehr langen Topfzeit, da die enthaltenen Lösungsmittel eine exotherme Reaktion des Harzes verhindern.

Wurde der Rumpf nicht gänzlich von alten, ölhaltigen Lacken befreit oder wurde mit einem Reinigungsmittel auf Öl oder Terpentinbasis gearbeitet, können die lösungsmittelfreien Harze nicht mehr direkt eingesetzt werden. In solchen Fällen lässt sich folgendes Verfahren anwenden: Die Oberfläche wird zunächst mit SP Solvent A gereinigt, dann erfolgt ein Anstrich mit SP Eposeal 300 das gegen Verunreinigungen auf der Oberfläche wesentlich unempfindlicher ist. Nach sorgfältigem Anschleifen ist es nun meistens möglich, mit SP320 oder SP106 weiter zu beschichten.

Bei der Versiegelung von Rumpffinnenteilen wird nach dem selben Verfahren gearbeitet, allerdings kann hier die Schichtstärke wegen der vorwiegend trockenen Umgebung auf 0,2-0,3mm (2-3 Schichten) reduziert werden.

Bei allen Beschichtungsarbeiten, vor allem jedoch bei solchen, die auf einer vorhandenen Beschichtung aufbauen, empfiehlt sich ein kleiner Test vorab bevor der ganze Rumpf behandelt wird.

Um einen vollständigen Schutz der Epoxidbeschichtung gegen Vergilben durch aggressive UV-Strahlung zu erhalten ist es notwendig, diese abschließend mit einem UV-resistenten Lack oder einer Farbe zu versiegeln. Dies ist vor allem im stark sonnenexponierten Oberwasser und Decksbereich wichtig. Allgemein können Epoxidbeschichtungen mit jedem handelsüblichen Lack überstrichen werden. Für Naturholzfinish empfiehlt sich allerdings die Verwendung von Nemo Clearmaster URV, einem zweikomponentigen, hochstabilen Klarlack auf Polyurethanbasis. Er wurde speziell für die Anforderungen

im maritimen Bereich entwickelt und zeichnet sich aus durch einen hohen Schichtauftrag sowie hervorragende Glanz und Witterungsbeständigkeit. Ein Auftrag von 2-3 Schichten mit Pinsel, Rolle oder im Spritzverfahren genügt meist für ein dauerhaftes und kratzfestes Finish das erst nach 3-4 Jahren eine Erneuerung der Deckschicht braucht.

Glasfaserverstärkte Beschichtungen

Bei einigen Rümpfen kann es ratsam sein, die ganze Außenhaut mit einer faserverstärkten Beschichtung zu versiegeln. Die hochstabile E-Glasfaser eignet sich hierzu hervorragend; sie ist erhältlich in diversen Varianten bezüglich Aufbau, Faserverlauf und Gewicht. Der einfachste und beliebteste Typ einer Glasfaserverstärkung sind Rowinggewebe mit Kett und Schussfäden im rechten Winkel zueinander. Sie zeichnen sich aus durch annähernd gleiche Belastbarkeit in beiden Faserrichtungen. Viele Boote sind zur Erhöhung der Bruchlast und Stoßfestigkeit ihres Holzes mit dieser Faser verstärkt. Als besonders geeignet haben sich hier die geschmeidigen, gut zu drapierenden Gewebe RE210 und RE293 erwiesen.

Notwendig wird diese Art der Behandlung bei Rümpfen, die ernstlich an Stabilität verloren haben und in ihren Verbänden „weich“ geworden sind. Bei solchen Rümpfen ist es durchaus gebräuchlich, die Original-Rumpfform

quasi als Kern für einen darüberlamierten GFK-Rumpf zu verwenden. Diese Methode lässt sich mittels Epoxid strukturell einwandfrei und dauerhaft ausführen. Sie ist keinesfalls mit dem berühmtberühmten „Leichenhemd“ aus Glasmatte und Polyesterharz zu vergleichen, welches sich wegen der schlechten Haftung des Polyesterharzes zwangsläufig bald wieder ablöst!

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den hölzernen Ausgangsrumpf als Kernmaterial für ein beidseitiges Sandwichlaminat zu nutzen. Hierbei muss das Holz lediglich stabil genug sein, um die auftretenden Scherkräfte von einer Außenhaut auf die andere zu übertragen. von Zug und Druckkräften wird der alte Rumpf weitgehend entlastet, da diese von den umgebenden Außenhäuten aufgenommen werden. Bei Rümpfen über 10m Länge müssen diese Lamine normalerweise innen und außen eine Stärke von mindestens 2mm haben. Genaue Dimensionierungshinweise gibt der technische Service von SP Systems.

Die Ausrichtung der Glasfaser wird in möglichst wenigen Lagen so gewählt, dass sie die Holzfasern am wirkungsvollsten ergänzt, nämlich in +/- 45° (doppeldiagonal) und 90° zur Faserrichtung des Holzes. Die Biaxial (Faserrichtung +/- 45°) und Triaxialgelege (Faserrichtung 0° und +/- 45°) eignen sich hierzu vorzüglich, da sie mit einer minimalen Lagenanzahl die erforderliche Festigkeit erbringen. Die gebräuchlichsten Gewichte sind XE431 (430g/qm biax) und YE801 (800g/qm triax).

Für örtliche Verstärkungen in einer genau definierten Zugrichtung findet das unidirektionale E-Glasgewebe UE250

(250g/m²) Anwendung, bei dem alle Fasern nur in einer Richtung (0°) verlaufen.

Wird ein echtes Sandwichlaminat gewünscht, so ist auch das Aufbringen einer Glasfaserverstärkung auf der Innenseite des Schiffes erforderlich. In der Praxis erweist sich dies jedoch wegen der vielen Spanten häufig als äußerst aufwendig und so wird oft nur ein Laminat auf der Außenseite aufgebracht. Sofern die ursprüngliche Rumpfstruktur noch intakt und tragfähig ist, lässt sich ein Verzicht auf eine glasfaserverstärkte Innenseite meistens auch durchaus vertreten.

Die so genannten Glasfaserplatten, bestehend aus unspezifisch zusammengelegten Faserhecken werden in Kombination mit Epoxidharzen nur selten verwendet, da sie in Bezug auf ihr Eigengewicht mehr als die doppelte Menge an Harz aufnehmen und durch die undefinierte Ausrichtung ihrer kurzen Fasern einen recht geringen Wirkungsgrad haben. Rovinggewebe und multiaxiale Gelege sind hier wesentlich effizienter, da sie unabhängig vom spezifischen Eigengewicht mehr als die doppelte Festigkeit aufweisen und das Laminat durch ihre flachere Konstruktion leichter zu glätten ist.

Beim Aufbringen von Gewebelaminaten ist die Verwendung von Nylon Abreißgewebe dringend anzuraten. Dieses spezielle Gewebe wird als letzte Lage auf das Laminat aufgebracht und kann nach der Aushärtung des Harzes jederzeit leicht abgezogen werden wobei es eine saubere, fettfreie und aufgeraute Oberfläche hinterlässt. Diese Oberfläche ist nun eine optimale Grundlage für nachfolgende Klebe oder Beschichtungsarbeiten. Auf diese Weise hat man die Möglichkeit, sich das sehr arbeits- und zeitintensive Schleifen der Oberfläche zu ersparen. Außerdem reduziert das Abreißgewebe die notwendige Harzmenge und verdichtet das Laminat.

Unter den Harzsystemen kommen für eine Glasfaserbeschichtung SP 106, Ampreg 21/22 und SP 320 Spacote in Frage. Soll der Rumpf ein Naturholzfinish erhalten, so ist SP 320 die richtige Wahl, da bei sauberer Arbeit und der Verwendung eines feinen Glasgewebes (z.B. RE 210) der Oberzug vollkommen transparent wird.

Ampreg 21/22 ist ebenfalls vorzüglich für Laminieraufgaben geeignet, es zeichnet sich aus durch ein sehr gutes Durchtränkungsverhalten und ermöglicht durch das Einstellen extrem langer Topfzeiten ein bequemes Arbeiten.

Holzrümpfe, bei denen eine glasfaserverstärkte Beschichtung notwendig wird, zeichnen sich in der Regel durch ein alterungsbedingt stark aufnahmefähiges Holz aus das bei der für die Behandlung geforderten Trockenheit ein hohes Maß an Epoxidharz aufsaugen kann.

Dieses potentiell hohe Absorptionsvermögen des Holzes ist durchaus als Vorteil anzusehen, da eine tiefere Durchtränkung der Holzfasern diese deutlich intensiver festigt und verstärkt. Auf die trockene, vorbereitete Oberfläche sollten zunächst zwei bis drei Schichten Harz als Grundierung aufgebracht und vor der

Weiterarbeit ihre vollständige Aushärtung abgewartet werden. Um den Aufnahmeprozess zusätzlich zu unterstützen ist es ratsam, den Rumpf vorher von innen zu beheizen. Während

der Beschichtung, bei der das Holz als Zeichen der Durchtränkung einen sehr dunklen Ton annimmt, sollte die Wärmezufuhr allerdings unterbrochen werden um ein „ausgasen“ und damit Blasenbildung zu verhindern. Die Beheizung kann wieder aufgenommen werden, sobald das Harz mit Erreichen des Gelierzeitpunktes gegen Luftblasenbildung unempfindlich geworden ist.

Allgemein kann der Durchtränkungsgrad auf allen Holzarten durch lokale Wärmezufuhr mit einer Heißluftpistole oder einem Heizlüfter verbessert werden. Gleichzeitig müssen aufkommende Luftbläschen mit einem Pinsel verschlichtet werden. Zu intensive Wärmezufuhr ist jedoch auf jeden Fall zu vermeiden, da eine exotherme Reaktion des Harzes hervorgerufen werden kann. Nachdem die Grundierungsschicht durchgetrocknet ist, muss sie komplett angeschliffen werden und man hat nun die Gelegenheit, in Bereichen ohne „Naturlook“ kleinere Unebenheiten durch Spachteln zu glätten.

Die Gewebeklebebahnen sollten auf dem trockenen Rumpf zugeschnitten und griffbereit abgelegt werden. Danach wird der Rumpf auf ca. einer Bahnbreite satt mit ungefülltem Harz eingerollt und das Gewebetuch am besten zu zweit appliziert. Muss über Kopf beschichtet werden empfiehlt es sich, die Gewebeklebebahnen vorher auf einem mit Folie ausgelegten Tapeziertisch einzurollen, die Oberflächenhaftung ist dann besser.

Das Gewebe wird mit einem Entlüftungsroller angedrückt, bis keine Blasen mehr zu sehen sind und dann gleichmäßig durchgehärtet. Hierbei muss auf die richtige Harzdosis geachtet werden so dass sich keine trockenen Stellen im Laminat bilden, das Gewebe aber auch nicht in einer Harzlache aufschwimmt.

Der Rumpf wird nun Bahn für Bahn weiter beschichtet, wobei darauf zu achten ist, dass die einzelnen Bahnen auf Stoß also ohne Überlappung aneinander sitzen um Erhöhungen in der Oberfläche zu vermeiden.

Sollen mehrere Gewebeklebelagen aufgebracht werden, so kann man sich durch „nass in nass“ Arbeiten aufwendiges Zwischenschleifen ersparen. Es muss für ein Weiterarbeiten der Zeitpunkt abgewartet werden, wo der Untergrund zwar schon fest aber noch klebrig ist.

Nach erfolgtem Laminataufbau muß die Oberfläche noch mit 12 Schichten Harz gefüllt werden, bis die Gewebetextur nicht mehr zu sehen ist. In farbig lackierten Bereichen kann hierfür bereits ein leicht auf Spachtelkonsistenz angefülltes Harz verwendet werden.

Spachteln und Glätten

Diese Arbeiten sind sowohl baulich als auch kosmetisch ein wichtiger Bestandteil einer jeden Restauration. Strukturelle Spachtelarbeiten:

Mithilfe von Epoxidharzen lassen sich sehr gute, auch baulich tragende Spachtelmassen herstellen. Als flüssige Komponente eignen sich hierfür alle lösungsmittelfreien Harzsysteme. Mit den Füllstoffen für strukturell tragende Spachtelarbeiten verhält es sich ähnlich wie mit den vorab beschriebenen Klebenähten, für höchste Ansprüche in Bezug auf die Festigkeit finden nur Mikrofasern und Colloidal Silica Verwendung und zwar in den gleichen Proportionen wie bei einer hochbelasteten Klebenäht.

Um die Haftung auf der Oberfläche zusätzlich zu erhöhen, empfiehlt sich zunächst eine Grundierung mit ungefüllter Harz/Härter Mischung.

Glätten:

Spachtelarbeiten nach erfolgtem Laminataufbau oder Beschichten haben vor allem kosmetische Funktion und dienen dazu, einen glatten, ebenen Untergrund für einen anschließenden Farbaufbau herzustellen.

Diese Spachtelmassen setzen sich zusammen aus einem wie oben beschriebenen Harzanteil, der mit Füllstoffen vom „kugelförmigen“ Typ (Glaskugeln, Microballoons oder Colloidal Silica) versetzt wird, da diese dem Spachtel eine bessere Schleifbarkeit geben.

Eine gute Mischung für horizontale Flächen ergibt sich durch Zusatz von 250% Glaskugeln oder Microballoons zur Harz/Härter Mischung. Für vertikale oder stark geneigte Flächen ist eine vorherige Andickung mit etwa 50% Colloidal Silica erforderlich, um ein Abfließen zu vermeiden. Die Mengenangaben beziehen sich auf die Ausgangsmenge Harz/Härter (=100%). Wird eine besonders gute Schleifbarkeit bei niedrigem Gewicht der Spachtelmasse gewünscht, so sind Microballoons das am besten geeignete Produkt.

Die Mengenangaben sind nur ungefähre Richtwerte, durch Ausprobieren wird man sehr schnell die für den jeweiligen Verwendungszweck optimale Konsistenz einstellen können.

Reparatur von verwittertem Holz

Wann immer möglich, sollte dem Austausch von angerottetem Holz vor der Reparatur der Vorzug gegeben werden. Sollte dies allerdings nicht möglich sein, so ist Epoxidharz durchaus in der Lage, auch verfallenes Holz wieder so zu verfestigen, dass es einen guten Teil seiner ursprünglichen Stabilität zurückgewinnt. Wie bei gesundem Holz ist auch hier der niedrige Feuchtigkeitsgehalt von größter Bedeutung.

Als erstes werden in Abständen von ca. 100mm Löcher von mindestens 5mm Durchmesser auf der gesamten Fläche gebohrt und danach mit einer Heißluftpistole alle verbleibende Nässe aus dem Holz ausgetrieben. Sind diese Arbeiten sorgfältig ausgeführt, wird SP 320 mit langsamem Härter in die Löcher injiziert (z.B. mit einer Einwegspritze), um die Holzfasern zu durchtränken. Die Verwendung von langsamem Härter gibt dem Harz eine längere Gelierzeit und somit die Möglichkeit, die Holzfasern weiter zu durchdringen.

Dieser Vorgang sollte noch durch vorsichtige Erwärmung zur Herabsetzung der Viskosität unterstützt werden. Die Prozedur wird nach Möglichkeit bis zur vollständigen Sättigung des Holzes weitergeführt. Danach kann mit SP320 beschichtet werden; auch hier sollte die Durchtränkung mit Wärmezufuhr unterstützt werden. Die Erwärmung ist allerdings sofort zu unterbrechen, sobald das Harz Dämpfe abscheidet!

Ist die Härtung soweit fortgeschritten, dass die Oberfläche klebt wird eine neue Mischung mit Microballoons oder Glaskugeln angesetzt (und Colloidal Silica falls erforderlich), und zur Glättung satt auf der Fläche verspachtelt. Handelt es sich bei der Reparatur um ein tragendes Bauteil, sollte es auch mit unidirektional oder E-Glas-gewebe verstärkt werden, ersteres mit Ausrichtung längs zur Holzfasern. So kann die ursprüngliche, durch die Verrottung unterbrochene Faserstruktur des Holzes größtenteils wiederhergestellt werden.

5. Vorbereitung des Rumpfes

1) Anforderungen an die Umgebung

Wichtig bei allen oben beschriebenen Arbeitsgängen ist die Einhaltung bestimmter Arbeitsbedingungen. Es muss Zugang zu einem abgeschlossenen, beheizbaren Raum bestehen, in dem sich auch die Luftfeuchtigkeit durch geeignete Maßnahmen (Isolierung, Heizung, ggf. Raumentfeuchter) in einem gewissen Rahmen steuern lässt. Ideale Arbeitsbedingungen lassen sich auch unter einem beheizten Zelt im Winter erreichen! Keinen Sinn hat eine Restauration von Holzbauteilen in einer Umgebung mit ständiger Luftfeuchtigkeit über 70%. Hygrometer und Thermometer sollten vorhanden sein, um wenigstens für die wesentlichen Phasen der Arbeit ideale Bedingungen zu gewährleisten!

Nach Entfernung aller Beschichtungsrückstände ist es von vorrangiger Bedeutung, den Rumpf auszutrocknen. Am effektivsten geschieht dies durch „einpacken“ des Rumpfes in eine Polyethylen Folie und Installation eines ausreichend dimensionierten Luftentfeuchters. Eine andere Methode, die jedoch nur in heißen, trockenen Sommern angewendet werden kann, besteht darin, den Rumpf transparent abzudecken und von der Sonne austrocknen zu lassen. Obwohl diese Methode etwas primitiv wirkt, wurden mit ihr doch gute Ergebnisse erzielt.

Es gibt zwei Gerätetypen, mit denen man den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bestimmen kann: der erste ist der so genannte „Sandentyp“. Hier wird der elektrische Widerstand des Holzes zwischen zwei Elektroden in einer bestimmten Holztiefe gemessen. Der zweite, sog. „Kapazitätstyp“ bietet dem ersten gegenüber zwei Vorteile: zum einen wird der Feuchtigkeitsgehalt nicht zwischen zwei Punkten auf der Oberfläche, sondern ca. 810mm in Tiefenrichtung gemessen, zum anderen ist keine Beschädigung des Holzes erforderlich.

Um ein Feuchtigkeitsprofil des Rumpfes zu erhalten, werden häufig beide Gerätetypen parallel zueinander verwendet. Problematisch wird die Anwendung des letztgenannten Gerätes bei Rumpfen, die metallene Befestigungselemente in einem Raster von weniger als 50mm aufweisen, da hier verfälschte Werte angegeben werden (Induktionsmessung). In diesem Fall ist der „Sandentyp“ geeigneter.

Sollte keines der beiden Geräte zur Verfügung stehen, gibt es noch die Möglichkeit, aus den Abscheidungen des Luftentfeuchters Rückschlüsse auf den Trocknungsgrad des Holzes zu ziehen: wird kein Wasser mehr abgesondert, kann man davon ausgehen, dass das Holz ausreichend trocken ist. Verbunden mit einer weitreichenden Austrocknung des Rumpfes ist immer ein entsprechendes Maß an Schrumpfung des Holzes, was dazu führen kann, dass eine Rissbildung in Faserrichtung zu beobachten ist. Dies ist jedoch nicht weiter dramatisch, die Risse können später mit angedicktem Epoxid ausgefüllt werden. Bei klarem Finish empfiehlt sich das Ausfräsen der Risse mit einer Oberfräse und Einleimen passender Holzleisten (siehe auch 6/11).

2) Zugänglichkeit der Einzelkomponenten

Um möglichst effektiv arbeiten zu können, sollte das Rumpffüge wo möglich zerlegt werden, um einerseits eine gute Trocknung unzugänglicher Stellen zu ermöglichen und andererseits die Epoxidverklebung als primäres Befestigungselement zu nutzen. Bei Booten mit fixiertem Bleiballast lohnt es sich, diesen zu lösen und bei dieser Gelegenheit auch die Kielbolzen zu erneuern. Auch das „Totholz“ auf Langkielbooten kann durch neues ersetzt und hinterher dauerhaft an seinem Platz verklebt werden.

Große Bedeutung kommt dem Kielschwein eines Schiffes zu. Dieses ist aufgrund seiner Materialstärke nur sehr schwer vor Ort zu trocknen und muss unter Umständen in lamellierter Form neu erstellt, d.h. aus dünnen Einzellagen Holz formverleimt werden.

6. Anmerkungen zur Reparatur verschiedener Rumpftypen

Nachdem der Rumpf sorgfältig vorbereitet wurde und sich in warmer, trockener Umgebung befindet, können die eigentlichen Reparaturarbeiten beginnen. Bei einer Totalrestauration ist es wünschenswert, den Rumpf in umgedrehter Position aufzustellen. Selbstverständlich ist dies nur bei Booten bis zu einer bestimmten Größe, in der Regel kleiner als 8 Meter möglich. Alle übrigen müssen in aufrechter Position bearbeitet werden.

Im folgenden Abschnitt werden die im Bootsbau üblicherweise vorkommenden Baumethoden kurz vorgestellt und die Reparatur der am häufigsten zu beobachtenden Mängel beschrieben.

1) Rumpfe in Klinkerbauweise

Die Klinkeraußenhaut besteht aus relativ dünnen, sich an den Stößen abgeschrägt überlappenden Längsplanken, die an ihren Ober- und Unterkanten mithilfe von Nieten oder Nägeln zusammengeheftet sind. Durch Aufnahme von Feuchtigkeit quellen die Plankenstöße auf und erzeugen so einen wasserdichten Rumpf. Das Spantengerüst gibt der Konstruktion Form und Steifigkeit und verhindert ein Eindringen des Rumpfes.

Nach einer gewissen Zeitspanne zeigt das Holz unvermeidbare Anzeichen der Verwitterung. Befestigungen lösen sich, Spanten brechen, der Rumpf beginnt zu lecken und wird durch Spiel in der Vernietung zunehmend „weicher“. Klinkerrümpfe erfordern daher einen hohen Pflegeaufwand.

Die Wartung von Klinkerrümpfen ist ein sehr aufwendiges Geschäft. Ihre Lebensdauer wird vor allem durch die natürliche Resistenz der jeweiligen Hölzer gegen Fäulnis bestimmt. Hier wurden eine Reihe unterschiedlicher Hölzer verwendet, so z. B. Mahagoni, Kiefer und Lärche. Gebräuchlich war diese Art des Rumpfbaus vor allem bei kleineren und leicht gebauten Booten.

Befestigung der Planken

Als erster Arbeitsschritt müssen die Spalten, die sich in den Überlappungen der Plankenstöße (Landungen) gebildet haben, erweitert werden. Bis zu einem gewissen Grad ist dies mit einem Kratzer oder einer in die Landung eingeführten Feinsäge möglich.

Wenn die Landungen hinreichend gesäubert sind, kann man mit einer 50ccm-Spritze angewärmtes Klebeharz (SP106 oder SP 370 Spabond) in die Spalten injizieren. Um zu verhindern, dass das Harz gleich auf der anderen Seite wieder herausläuft, kann man ihm ca. 10-20% Mikrofasern beimischen. Sind die Spalten größer als 12mm kann man ein Herauslaufen auch mit einer rückwärtigen Klebebandkaschierung verhindern.

Mit einer Heißluftpistole wird der Durchtränkungsprozess unterstützt; wichtig ist jedoch auch hier wieder eine ausreichende Trockenheit des Holzes. Der lokale Einsatz einer Heißluftpistole zur Erwärmung der Landungen ist hier doppelt effektiv, da er nicht nur die Harzaufnahme durch das Holz erleichtert, sondern auch den Trocknungsprozess so stark vorantreibt, dass zumindest auf der Oberfläche die für das Epoxid erforderliche Trocknung erreicht wird.

Solange das Harz noch feucht oder klebrig ist, wird ein weiterer Ansatz hergestellt, diesmal jedoch stärker mit Mikrofasern angefüllt und mit einer kleinen Beigabe Colloidal Silica versetzt, um das Harz in der Fuge zu halten. Die Mischung muss in der Konsistenz gerade dünn genug sein, um wie Dichtungsmasse in die Nähte injiziert werden zu können. Solange das Harz noch feucht ist, sollte man von innen und außen überschüssiges Material sauber entfernen und danach den Rumpf mindestens 12 Stunden trocknen lassen.

Unschöne Harzläufer lassen sich nach der Aushärtung einfach entfernen, indem man sie mit einer Heißluftpistole erwärmt und vom Holz abkratzt.

Häufig sind die Planken an ihren Enden auf einer Länge von ca. 30cm gelöst. Hier muss die Verschraubung entfernt, die Planken sorgfältig von Beschichtungsrückständen gesäubert und dann mit einem angedickten Klebeharz wieder in Position gebracht werden.

Beschichtung

Für alle Beschichtungsarbeiten, ob unter Farbe oder Klarlack, sollte SP106 oder SP320 Spacote zum Einsatz kommen. Bei Naturfinish ist SP320 Spacote wie bereits erwähnt das überlegene Produkt, obwohl es höhere Ansprüche an die Umgebung stellt (siehe auch 3/11).

Glasfaserverstärkte Beschichtung der Außenhaut

Der Aufbau einer Faserverstärkten Außenhaut ist bei Klinkerümpfen eine recht ermüdende Arbeit und für ein gutes Ergebnis ist es wichtig, den Rumpf in umgekehrter Position zu bearbeiten. Am besten verwendet man zur Armierung Glasfaserband oder lange Gewebestreifen, die in der Breite so zugeschnitten sind, dass sie eine Plankenbreite und den Stoß der unteren Nachbarplanke umspannen.

Um den Biegeradius um die Plankenstöße zu vergrößern empfiehlt es sich, in die Kehle eine Klebnaht mit Mikrofasern und Colloidal Silica angedicktem Harz einzuarbeiten, und diese nach der Aushärtung leicht anzuschleifen. Die Außenkante der Planke kann man mit einem Rasselhobel auf einem Radius von etwa 1cm brechen. Jetzt müssten die Plankenenden für die eigentliche Glasfaserbeschichtung ausreichend gerundet sein. Sollten scharfe Ecken dennoch erforderlich sein, können diese später mit hochdichter Spachtelmasse (Mikrofasern und Colloidal Silica) aufgebaut und auf Maß geschliffen werden.

Sehr nützlich ist die Verwendung von Abreißgewebe, da es Überlappungen im Glasfaserlaminat glättet und die Oberfläche für die nachfolgenden Füller und Finisharbeiten vorbereitet. Nach ausreichender Härtung kann das Abreißgewebe entfernt und mit der Glättung der Oberfläche begonnen werden. Hierzu empfiehlt sich eine nicht zu dicke, niedrigdichte Spachtelmasse mit Microballoons und einem geringen Prozentsatz Colloidal Silica. Nach erfolgtem Feinschliff empfehlen wir vor dem Farbaufbau noch zwei aufeinanderfolgende Schichten SP302 aufzubringen und diese mit 400er bis 600er Papier nass zu schleifen.

Die leichteste Form der Verarbeitung von lösungsmittelfreiem Epoxid auf einer Klinkeräußenhaut ist das Auftragen mit einem auf Plankenbreite gekürzten Schaumroller. Diese Methode ist weitaus zügiger als das Arbeiten mit einem Pinsel und in der Ausrollschale läuft der Harzansatz nicht so leicht Gefahr, durch Überhitzung unbrauchbar zu werden. Trotzdem ist es ratsam, immer nur soviel Epoxid anzumischen, wie man in

etwa 10 Minuten verarbeiten kann. Bei den großen Gebinden der lösungsmittelfreien Harzsysteme mit den dazugehörigen Minipumpen liefern sechs Pumpenhübe von jeweils Harz und Härter eine für eine Person bequem zu verarbeitende Menge. Sie entspricht für SP106 Harz und Härter einem Volumen von 216ccm, für SP320 Spacote 250ccm.

Beschichtung der Innenseite

Jetzt kann man den Rumpf wieder umdrehen und die Beschichtung der Rumpfinnenseite vornehmen. Zunächst einmal muss von außen durchgesickertes Epoxid entfernt werden, am besten mit der bereits vorab beschriebenen Heißluftmethode.

Jetzt wird die von Farben und Ölen befreite Innenseite ebenfalls beschichtet, einschließlich der Spanten und darunter befindlicher Hohlräumen. Von Fall zu Fall ist zu entscheiden, ob dabei auch eine allerdings sehr aufwendige Glasfaserbeschichtung zu empfehlen ist. Auch hier wird wieder eine Heißluftpistole eingesetzt, um einerseits die Harzaufnahme zu steigern und andererseits schwer zugängliche Stellen möglichst miteinzubeziehen.

Falls möglich, sollten drei Schichten SP106 oder SP320 „nass in nass“ aufgetragen werden, um einen arbeitsaufwendigen Zwischenschliff vor der nachfolgenden Schicht einzusparen. Hierzu wird die nachfolgende Schicht aufgetragen, sobald die vorhergehende klebrig geworden ist. Nach Aufbringen der abschließenden Schicht muss der Rumpf mindestens 3-4 Tage in warmer Umgebung stehen, damit das Harz gänzlich aushärten kann.

Nach Ablauf dieser Zeit ist ein Schleifen des Rumpfes wesentlich einfacher. Wurde für die Beschichtung SP106 eingesetzt, muss allerdings vor einem Schliff erst die Oberfläche mit SP Solvent A abgerieben werden, um Reste des Härtingsbeiproduktes zu entfernen. Jetzt müssen alle Oberflächen, auf die später ungefiltertes UV Licht trifft, mit 80er und 120er Sandpapier angeschliffen werden. Obwohl dies eine sehr langwierige Aufgabe ist, muss sie doch mit Sorgfalt ausgeführt werden, damit die nachfolgende Beschichtung mit Nemo Clearmaster UV Schutzlack oder farbigem Zweikomponentenlack sicher anhaften kann. An gut zugänglichen Stellen kann man sich diese Arbeit durch den Gebrauch eines elektrischen Schwingschleifers wesentlich einfacher machen.

2) Rumpfe in Karweelbauweise

Die klassische Karweelkonstruktion besteht aus Längsplanken, deren Kanten stumpf aufeinander stehen und zwischen denen sich eine flexible Dichtung (Kalfaterung) befindet, die eine Expansion der Hölzer bei Feuchtigkeitsaufnahme auffangen kann. Auch diese Rumpfe haben ein Spantengerüst auf das die Planken aufgeschraubt genietet oder genagelt sind.

Wie schon bei der Klinkerkonstruktion, muss man auch hier mit einem sehr hohen Pflegeaufwand rechnen. Da sich die

Rumpflanken bewegen, bricht die Farbe an den Plankennähten auf. Zudem bedarf die Kalfaterung einer regelmäßigen Erneuerung, um ein zu starkes Wassereindringen zu verhindern. Fäulnis tritt vor allem dort auf, wo sich Nässe an schlecht belüfteten Orten stauen kann (z. B. im Bilgenbereich).

Im Karweelbau wurden vor allem dauerhafte Hölzer wie z. B. Mahagoni, Eiche und manchmal Teak verwendet. Die Rumpfe sind in der Regel schwerer als solche in Klinkerbauweise. Da die Karweelbauweise die häufigste im klassischen Bootsbau angewandte Rumpfbauweise ist, fallen in diese Kategorie auch die meisten zu restaurierenden Boote.

Vorbereitung der Plankennähte

Als erstes muss alles alte Spachtel und Kalfatermaterial aus den Plankenzwischenräumen restlos entfernt werden. Am gründlichsten geschieht dies mithilfe einer Oberfräse, oder besser noch mit einem Lamelle-Fräser, da dieser das Holz in Faserrichtung schneidet und die Arbeit schneller und kostengünstiger wird.

Zur präzisen Führung der Fräse empfiehlt es sich, genau parallel zur Plankennaht eine Leiste anzunageln, an der das Werkzeug sicher entlanggeführt werden kann. Der Fräseinsatz sollte so gewählt werden, dass die entstehende Nut ca. 30-50% größer ausfällt als die ursprüngliche Plankennaht. Die Schnitttiefe ist so einzustellen, dass ungefähr 75% der Plankenstärke ausgefräst werden.

Es ist äußerst wichtig, die Planken bis auf das gesunde Holz aufzufräsen. Ist der Abstand zwischen den Planken schon recht groß, muss die Anschlagleiste eventuell ein Stück versetzt, und ein zweites Mal geschnitten werden.

Befestigung der Planken

Hier hat man die Wahl zwischen zwei gleichermaßen wirkungsvolle Möglichkeiten:

Bei der ersten wird ein angedicktes Epoxid-Klebeharz zur Füllung der Plankenfugen verwendet, die zweite sieht das Einleimen passend gefertigter Leisten vor.

Bei der ersten Methode wird ein Harzansatz mit Mikrofasern und Colloidal Silica versetzt, bei naturlackierten Rumpfen kann man das Harz noch mit etwas Microballoons dem Holzton entsprechend einfärben. Bevor jedoch die Plankennähte mit diesem Gemisch gefüllt werden, sollten sie einmal mit unverstrecktem Harz ausgepinselt werden, um eine bessere Haftung zu erzielen. Nun wird der Spachtel satt in die Fuge eingearbeitet, bis er auf der Innenseite der Planken zum Vorschein kommt.

Es empfiehlt sich dringend, das überschüssige Material vor der vollständigen Aushärtung innen und außen mit einem Spachtel oder Stecheisen bereits grob zu entfernen. Nach erfolgter Aushärtung kann der noch verbliebene Rest mit 80er Sandpapier geschliffen werden.

Die zweite Möglichkeit wird bevorzugt bei Booten mit Klarlackfinish eingesetzt oder dort, wo die Fugen recht breit ausfallen. Es wird weniger Epoxid benötigt und das Endprodukt wird leichter. Für die Herstellung der Leisten kann theoretisch jedes Holz verwendet werden, in der Regel kommt aber das Bauholz des Rumpfes zum Einsatz.

Die Leisten werden keilförmig geschnitten, so dass sie an der breiteren Seite ca. Plankenfugenbreite +1mm messen und auf der schmalen Fugenbreite -1mm. In der Breite sollten sie 3-4mm breiter sein als die Fuge tief ist. Jetzt wird ein leicht mit Mikrofasern angedicktes Klebeepoxid in die Fuge und auf die Leiste aufgebracht und die Leiste dann in die Naht gedrückt, wobei Mittschiffs angefangen und zu den Schiffsenden hingearbeitet wird. Bei ausreichend bemessener Klebstoffmenge wird dabei etwas Epoxid auf der Plankenrückseite aus der Fuge quellen (rechtzeitig entfernen!).

Da die Leisten anfangs einen recht losen Sitz haben, kann es nötig sein sie über die Zeit der Harzaushärtung in der Fuge zu befestigen. Dazu werden in entsprechenden Abständen kleine Sperrholzbrücken quer über die Leisten genagelt und nach der Aushärtung (ca. 12 Stunden) wieder entfernt. Bei dünnen Leisten kann man auch einfach Tackerklammern mit einem Elektrotacker über die Leiste schießen.

Jetzt können die Leisten mit Hobel und Sandpapier an die Rumpfform angeglichen werden.

Glasfaserverstärkte Beschichtungen bei Karweelrumpfen

Nach Befestigung der Planken kann nun daran gegangen werden, den Rumpf entweder nur mit einem Beschichtungssystem zu versiegeln oder die Beschichtung zusätzlich mit Glasfasergewebe zu verstärken. Die letztere Variante erscheint hierbei unbedingt ratsamer, da auf diese Weise mit verhältnismäßig geringem Mehraufwand an Gewicht und Kosten ein dauerhaft stabilisierter Rumpf entsteht.

Bei karweelgebauten Rumpfen laufen die Holzfasern der Verplankung alle in Längsrichtung des Schiffes. Bei einer Beschichtung mit Glasfaser ist es daher am sinnvollsten, das Gewebe so anzuordnen, dass es die Plankennähte (und damit die Holzfaser) entweder im Winkel von 45° oder 90° kreuzt und somit ergänzt.

Die unidirektionalen E-Glasgewebe UE250 und UE500 eignen sich hierzu hervorragend und können in 400mm breiten Bahnen zunächst in 90° und für nachfolgende Lagen in 45° Winkel auf den Rumpf aufgebracht werden.

Eine Abschlusslage RE210 Glasfasergewebe ist zum Schutz der unidirektionalen Gewebe, z.B. vor versehentlicher Beschädigung durch nachfolgendes Schleifen erforderlich. Als Alternativen stehen unter den Glasfasergeweben noch XE431 (430g/qm) und YE801 (800g/qm) zur Verfügung (siehe auch 4./111.).

Wenn das Rumpfgefüge noch ausreichend trägt, bietet sich die Beschichtung mit einem leichtgewichtigen Gewebe wie RE210 an um eine verstärkte Oberfläche von gleichmäßiger Schichtdicke zu erzielen. Zudem besteht bei Verarbeitung mit SP 320 die Möglichkeit für ein volltransparentes Holzfinish!

Auch hier ist es ratsam, zur vollen Ausschöpfung der Festigkeitsvorteile die Glasfasern im +/-45° Winkel zur Holzfaser auszurichten. Die Arbeit sollte im Mittschiffsbereich beginnen und zu den Schiffsenden hin weitergeführt werden.

Strukturelle Verbesserungen an karweelgebauten Rennyachten

Rennyachten sind durch ihre groß dimensionierten Riggs harten Belastungen ausgesetzt, die gerade bei älteren Rennklassen häufig das bei der Konstruktion eingeplante Maß übersteigen. Viele Restauratoren nehmen daher im Zuge ihrer Arbeit die Gelegenheit wahr, die Rumpfstruktur neu zu überarbeiten, um so den Rumpf vor Überbelastung durch das Rigg zu schützen.

Dies kann z.B. erreicht werden, indem die an den Wanten auftretenden Kräfte von den Püttings mithilfe von justierbaren Drahtseilen auf das Mastfundament geleitet werden. Im Originalzustand wird der Zapfen des Mastfußes in eine passend ausgestemte Vertiefung im Kiel eingebettet. Es ist nicht sinnvoll, die Wantenspannung ohne weiteres dorthin zu übertragen. Eine Stabilisierung kann hier z.B. mit einer massiven Platte aus rostfreiem Stahl geschaffen werden, an der die Drahtseilverstrebungen angebracht werden können. Der aufwärts gerichteten Wantenspannung können so die senkrecht nach unten wirkenden Kräfte des Mastes ohne Umweg über die Rumpfaußenhaut direkt entgegenwirken!

Um eine Kompression des Rumpfes von den Seiten zur Mitte zu vermeiden, sollte eine zusätzliche hölzerne Verstrebung unter Deck von den Püttings zur Mastdurchführung installiert werden. Darüber hinaus sollte die Königsplanke zwischen Vordersteven und Mastdurchführung eine Verstärkung erfahren, um den Belastungen durch das dichtgeholte Vorstag besser gewachsen zu sein.

Spantkonstruktion

Eine vollständige Verleimung der Rumpfplanken untereinander hat bereits eine deutliche Entlastung des Spantgerüsts zur Folge. Trotzdem ist es ratsam, beschädigte Spanten zu reparieren indem entweder die alten Spanten durch neue ersetzt, oder durch Anbringen von Verstärkungsspanten direkt neben den alten diese entlastet werden. Ersatzspanten können bequem vor Ort hergestellt werden, indem man dünne Leisten (Lamellen) direkt auf der Bordwand zusammenleimt (formverleimt) und mit Heftklammern fixiert.

Werden die Schichten einzeln aufgeleimt, können die Klammern vor Aufbringen der nächsten Schicht wieder entfernt werden; ansonsten ist auf die Verwendung rostfreier Klammern zu achten. Nach Aushärtung des Leimes kann man die Spanten

bequemerweise herausnehmen und säubern, bevor sie von außen mit den Planken verschraubt werden.

Eleganter ist jedoch die nahtlose Reparatur der bestehenden Spanten. Hierbei wird das beschädigte Stück großzügig entfernt und die Enden im Verhältnis von mindestens 8/1 angeschrägt. Danach kann auf oben beschriebene Weise ein Reparaturstück angefertigt werden, das anschließend sauber eingepasst und mit dem alten Spant verklebt wird.

Anders als bei Klinkerrümpfen sollten die Spanten bei karweelgebauten Booten ohne Zwischenraum an der Außenhautschmiege anliegen. Um einen dichten Abschluß zu erreichen, kann man falls notwendig auf beiden Seiten der Spanten Klebenähte mit einem niedrigdichten Füller und einem Radius von ca. 20mm herstellen.

3) Mehrlagig beplankte Rumpfe

Die Gesamtaußenhautstärke eines Rumpfes dieser Bauweise entspricht in etwa der eines karweelgebauten Bootes gleicher Größe. Die Plankenlagen sind untereinander und auf den Spanten mithilfe von Nägeln, Schrauben oder Nieten befestigt. Die einzelnen Lagen sind in der Regel um 45° zur Wasserlinie versetzt (Diagonalbauweise). Es kommt jedoch auch eine doppelte Längsbeplankung oder eine Kombination beider Typen vor. Zwischen der inneren und der äußeren Plankenlage befindet sich meistens ein Baumwollgewebe, das im Originalzustand mit Leinöl, Marineleim oder einfacher Farbe getränkt war.

Kalfatermaterial wurde sparsam verwendet, nur um den Steven und im Bereich der Plankeneinläufe in den Heckspiegel ist häufiger etwas zu finden.

Sehr oft findet sich auf Booten dieses Typs ein gewisses Maß an Fäulnis sowie Hohlräume zwischen den Plankenlagen. Die Ursache hierfür ist der langsamen Zersetzung der Gewebemembran zuzuschreiben, die ursprünglich als Wasserbarriere dienen sollte. Ist sie einmal durchlässig geworden, kommt es zu Wasseransammlung in den Zwischenräumen und somit zu beschleunigter Fäulnis.

Seit den 50er Jahren wurde auch Leim zur Befestigung der Planken eingesetzt, meist jedoch parallel zur herkömmlichen Befestigungsmethode. Aufgrund von Dehnungsbrüchen in der Verleimung ist hier oft eine Ablösung der einzelnen Plankenlagen zu beobachten.

Wie bei anderen Konstruktionstypen ist es auch bei mehrlagig gebauten Booten oberstes Ziel, die einzelnen Rumpfelemente zu einer in sich geschlossenen Einheit zu verbinden.

Diese Bauform ist vielleicht die am schwierigsten zu restaurierende, besonders dann, wenn ein Versagen der Klebebindung zwischen den einzelnen Plankenlagen der Grund für die Reparaturbedürftigkeit ist!

Reparatur von abgelösten Planken

Um den Rumpf zu retten, ist es zunächst einmal wichtig herauszufinden, wo und in welchem Ausmaß eine Ablösung der Plankenlagen voneinander stattgefunden hat. Nachdem diese Stellen gefunden und markiert wurden (z.B. durch Abklopfen), muss dort eine Anzahl Löcher so gebohrt werden, dass sie in den Hohlräumen zwischen den Plankenschichten enden. Jetzt wird der Hohlraum durch Beheizung mit einem Elektrolüfter sorgfältig getrocknet. Leicht angewärmtes Epoxid mit langsamem Härter (z.B. Ampreg 22 „langsam“) kann nun solange in die Löcher injiziert werden, bis die Hohlräume gefüllt sind.

Währenddessen wird der Rumpf von außen weiter beheizt. Je mehr Epoxid auf diese Weise zwischen die Planken gelangt, umso mehr gewinnt der Rumpf an Steifigkeit!

Nachdem alle Hohlräume derart gefüllt wurden, kann wie bei den karweelbeplankten Rümpfen verfahren werden.

Bei Rümpfen mit fortgeschrittenen Auflösungserscheinungen ist eine Glasfaserverstärkte Beschichtung der Außenhaut in der Regel die beste Kur.

Verstärkung von mehrlagigen Rümpfen

Die gebräuchlichsten Bauformen bei diesem Rumpftyp sind die doppelte Diagonalbeplankung (Diagonalbau) oder doppelt diagonal mit einer zusätzlichen Plankenlage in Längsrichtung (Diagonal-Karweelbau).

Dementsprechend ist auch die Ausrichtung der Holzfasern. Bei einer Beschichtung mit Biaxial (XE431) oder Triaxialgelebe (YE801), im Idealfall von beiden Seiten, gewinnt der Rumpf seine ursprüngliche Festigkeit zurück. Auf diese Weise lassen sich sehr stabile und steife Rümpfe herstellen.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, über die Außenhaut zwei Lagen 3mm oder 4mm Mahagonifurnier im Winkel von +/-45° zur Längsachse des Rumpfes zu leimen und diese dann mit einer oder mehr Lagen eines leichten Glasfasergewebes vor Beschädigungen zu schützen. In Bezug auf die Materialkosten ist dies die preiswertere Methode um einen geschwächten Rumpf zu restaurieren, der Arbeitsaufwand ist jedoch wesentlich größer.

4) Sperrholzrümpfe

Sperrholzrümpfe sind in der Regel ein oder mehrfache Knickspantkonstruktionen, bestehend aus geschäfteten Sperrholzplatten, die über eine hölzerne Rahmenkonstruktion gebogen und verleimt werden. Sie waren besonders in den 50er und 60er Jahren verbreitet, wurden jedoch dann von der aufkommenden GFK Bauweise weitgehend verdrängt.

Obwohl Sperrholz ein ausgesprochen praktischer und vielseitiger Werkstoff ist, ist er leider sehr empfindlich gegen Nässe. Die Feuchtigkeit dringt von den Plankenenden her in das Sperrholz ein an denen sich offenes Hirnholz befindet. Von hier aus kann das Wasser ungehindert die Holzfasern entlangwandern

und ist dort nur sehr schwer wieder herauszutrocknen !

Durch das Versagen des Plattenleimes kommt es häufig zu einer Ablösung einzelner Furnierlagen. Später löst sich dann auch der Bootsbauleim der die einzelnen Sperrholzpaneele mit der Rahmenkonstruktion verbindet. Wurden keine speziellen, wasserfest verleimten Bootsbausperthölzer beim Bau verwendet beschleunigt sich dieser Vorgang noch. Solche Sperrholzqualitäten kann man bereits an ihrem minderwertigen Aufbau erkennen: dicke und ungleichmäßig geschnittenen Furnierlagen aus unterschiedlichen, minderwertigen Hölzern. Oft enthalten sie auch großflächige Luftporen in denen die Fäulnisbildung beginnt.

Besonders anfällige Bereiche sind z. B. Decksanten, die Plattenstöße an den Spantknicken und die Einläufe der unteren Seitenplatten in den Steven.

Auf Schwertbooten sind oft die unteren Kanten des Schwertkastens in einem schlechten Zustand. Exponiertes Hirnholz sowie Abrieb durch das Schwert beschleunigen die Feuchtigkeitsaufnahme und damit den Verrottungsprozeß.

Bei einigen Booten sind die Plankenenden an wunden Punkten, wie z. B. den Rumpfknicke durch aufgeleimte und geschraubte Füllstücke aus Vollholz geschützt. Ist diese Arbeit sauber ausgeführt, stellt sie durchaus einen wirksamen Schutz dar. Dennoch läßt der Sitz der Teile oftmals zu wünschen übrig, da die traditionellen Klebstoffe bei ihrer Aushärtung einer beträchtlichen Schrumpfung unterliegen und auf diese Weise Spalten entstehen können. Die so entstandenen Risse wurden oft mit irgendwelchen Spachtelmassen gefüllt.

Solche Bereiche sind immer potentielle Gefahrenpunkte, an denen der Verrottungsprozeß einsetzen kann!

Sperrholz wurde schon als Baustoff für alle Bootstypen und Größen, unter Segel wie auch unter Motor, verwendet. Verbreiteter ist es jedoch wahrscheinlich als Baumaterial für kleinere Boote wie Dinghies oder Jollen.

Viele Probleme bei der Sperrholzbauweise entstehen entweder durch Losarbeiten der Verbindung zwischen Rumpfplatten und Spantengerüst, oder aber durch Ablösung einzelner Furnierlagen von den Sperrholzplatten selbst. Beide Schäden werden normalerweise von Feuchtigkeitsaufnahme begleitet und verschlimmert.

Ersatz von Sperrholzpaneelen

Anstatt Furnierablösungen in Sperrholzplatten zu reparieren, ist es häufig kosten-günstiger, die ganze Platte zu ersetzen, da Sperrholz ein relativ preiswertes Baumaterial ist. Die Sperrholzplatten sind in der Regel mithilfe von Messingschrauben befestigt, die auch später in der Konstruktion belassen wurden.

Es ist fraglich, ob sich diese Schrauben noch mit dem

Schraubenzieher entfernen lassen ohne abzurechen und so ist die beste Methode, den unverschraubten Teil zwischen den Spanten mit einer Stichsäge auszuschneiden (Vorsicht: immer segmentweise arbeiten und gut abstützen, damit der Rumpf seine Form behält!) und die verbleibenden Sperrholzbrücken über den Spanten hinterher mit einem Stecheisen zu entfernen, wobei die Schrauben zunächst stehen bleiben. Sie können später am effektivsten mit einer Grip Zange entfernt werden.

Vor der Montage der neuen Platte müssen nun alle Reste des alten Klebstoffes entfernt werden. Am besten verwendet man hierfür einen Winkelschleifer mit Schleifscheiben auf einem Hartgummiteller und arbeitet mit einem Schleifhobel nach, um eine ebene Oberfläche zu erzielen.

Bei der Verklebung der neuen Sperrholzplatte wird ein mit Mikrofasern versetztes Klebharz eingesetzt und die Platte zeitweilig mit Stahlschrauben (Spaxe) befestigt, die später entfernt werden müssen und weiterverwendet werden können. Die Schraubköpfe sauber halten, sie können nach der Aushärtung mit einem passenden Akkuschauber wieder herausgedreht werden.

Sollte es hierbei Probleme geben, kann man die Schraube durch Erwärmen des Kopfes mit einer Heißluft Pistole vom umgebenden Epoxid lösen und so leichter herausdrehen. Nach Verschleichen der Plattenschäftungen kann man die Fläche wie gewohnt vor dem Farbaufbau mit Epoxidharz beschichten.

Glasfaserverstärkte Beschichtung von Sperrholzrümpfen

Bei den meisten Booten empfiehlt es sich, die Außenhaut mit einer oder zwei Lagen E-Glasgewebe zu verstärken. Am geeignetsten für diese Anwendung ist RE210-Gewebe.

Einige Boote haben bereits eine Beschichtung mit Polyesterharz und Glasfasermatte, die jedoch meist Ablösungserscheinungen vom Holz aufweist. Sie muß vollständig entfernt und die Oberfläche für die Neubeschichtung mit Epoxidharz vorbereitet werden. Seltener findet man eine Beschichtung mit Nylongewebe und Resorcinharz, die ebenfalls stellenweise abgelöst sein kann. Am einfachsten und wirkungsvollsten wird auch sie durch eine Epoxid/E-Glasbeschichtung ersetzt.

Am häufigsten findet man Sperrholzboote in Form von Einfach oder Multiknickspantkonstruktionen. Bei solchen Bootstypen sind die Spantknicke besonders anfällig gegen Verrottung und Beschädigung und sollten daher eine gesonderte Verstärkung von mindestens zwei Lagen Glasfasergewebe oder band erhalten. Vor der Beschichtung müssen die Kanten sorgfältig gerundet und alle Schraubenlöcher gefüllt werden.

Die erste Harzschicht wird entlang der Kanten aufgetragen und dabei mit Warmluft wieder die Durchtränkung der Holzfaser unterstützt. Von einem Rumpfende, gewöhnlich von vorn, wird nun mit dem Auflaminieren der Glasfaserstreifen begonnen

und diese dann vorsichtig glattgezogen. Ganz akkurat wird diese Arbeit ausgeführt, indem man mit einem kleinen Hobel die obersten Furnierlagen in der Kantenregion abnimmt und die Gewebestreifen in die entstehende Nut einarbeitet.

Für die Festlegung der Hobeltiefe kann als Anhaltspunkt ungefähr 0,3mm pro aufgelegter Glasfaserschicht veranschlagt werden. Falls möglich, sollten bei der zweiten Lage die Gewebestreifen etwas breiter sein als bei der ersten. Die Verwendung von Abreißgewebe als Abschlusschicht bewirkt auch hier wieder einen sicheren Sitz und eine bessere Oberfläche der Beschichtung.

Reparatur von beschädigtem Sperrholz

Sind die Schäden an einer Sperrholzplatte nur kleinflächig, können diese auch wirkungsvoll mit einer der folgenden Methoden instand gesetzt werden:

Bei der ersten wird die beschädigte Fläche ausgeschnitten und ein neues, passend gefertigtes Stück dafür eingesetzt. Der rechteckige Ausschnitt sollte den Schaden mit allen sichtbaren Rissen großzügig umfassen. Bei sauberer Arbeit werden die Ausschnittkanten und die des Einsatzstückes angeschrägt, um die Klebefläche zu vergrößern und den Einsatz sicher in Position zu halten.

Die zweite Methode kann als eine „Schnellreparatur“ angesehen werden:

Beschädigtes und nicht repariertes Sperrholz wird sehr schnell bis zur Sättigung Wasser aufnehmen. Das Wasser wird in der Platte eingesperrt, wandert die Holzfasern entlang und kann die einzelnen Schichten bis zur Innenseite durchdringen. Dort kann es z.B. eine Farbveränderung oder Ablösung von Farbe oder Lack hervorrufen.

Obwohl solche Flächen eigentlich durch ein neues Stück Sperrholz ersetzt werden sollten, ist dies häufig aus dem einen oder anderen Grund nicht möglich. In diesem Fall kann man die zu reparierende Stelle zunächst einmal durch Erwärmung mit einem Heizlüfter trocknen. Es sollte solange Wärme zugeführt werden, bis das Holz kein Wasser mehr abscheidet, was an seiner heller werdenden Färbung zu erkennen ist.

Die schadhafte Stelle kann nun mit Epoxid (SP106 oder SP320 Spacote) und Glasfasergewebe repariert werden. Um eine ebene Oberfläche zu erzielen und Raum für das Laminat zu schaffen empfiehlt es sich, die obersten Furnierlagen um den Schaden mit einem Winkelschleifer abzutragen.

Nach erfolgter Glasfaserbeschichtung kann mit einer niedrigdichten Spachtelmasse geglättet und eine abschließende Versiegelungsschicht aufgebracht werden.

Kontakt:



CTM GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 38
24837 Schleswig
Deutschland

T +49 (0) 4621 955 33

F +49 (0) 4621 955 35

E info@ctmat.de

W www.ctmat.de